

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

n°5
juin 2009

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

Les leçons de la crise alimentaire mondiale : stratégies agro-alimentaires et contribution de la recherche scientifique

Sommaire

• Editorial.....	7	• Science, technology, innovation and society : lessons learned from a few countries' experiences	78
• Allocution à l'ouverture de la 4 ^{ème} session plénière.....	9	• Manifeste pour l'économie.....	83
• La crise alimentaire mondiale, ses causes et ses implications.....	11	• Les nombres, une mine d'or et d'argent	87
• The world food crisis : Deriving solutions.....	18	• De l'importance d'une communauté scientifique pour le Maroc.....	89
• Les enjeux nutritionnels de la crise.....	22	• Introduction au concept de culture scientifique et technique : aspects succincts ressortis de l'expérience occidentale.....	91
• Nutrition et santé au Maroc : De la complexité de la situation à la pluralité de l'action.....	28	• Activités de l'Académie.....	95
• Acquis de l'INRA en matière de recherche scientifique et technologique pour l'amélioration de la production agricole au Maroc.....	50	• Ecole académique : Modélisation et prospective.....	103
• La recherche agricole à l'IAV Hassan II : Cas du domaine animal.....	66	• Publications de l'Académie.....	112
		• Echanges et coopération	115

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

n°5
Juin 2009

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

Publié par :

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

225, Avenue Belhassan El Ouazzani, Quartier Ambassador - Rabat.
Tél : 05 37 75 01 79 Fax : 05 37 75 81 71 E-mail : acascitech@menara.ma

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

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

Dépôt légal : 2007 / 0067

Réalisation : AGRI-BYS S.A.R.L (A.U)

Impression: Imprimerie LAWNE
11,rue Dakar, Rabat 10 040



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

Editorial

La crise alimentaire de 2007-2008 a secoué le monde entier. Elle s'est manifestée par une envolée des prix des denrées alimentaires qui ont atteint au premier trimestre 2008 leur plus haut niveau depuis 30 ans. Cette hausse a eu un impact dévastateur sur les ménages, les économies et les finances publiques. Les pays importateurs de produits alimentaires de base et d'énergie ont été doublement atteints car les prix des hydrocarbures se sont parallèlement envolés. Mais depuis juillet 2008, les cours se sont repliés brutalement. La chute des prix a été l'une des conséquences de la crise financière systémique qui s'est propagée à l'économie réelle. Il ne s'agit pas, toutefois, d'une inversion de tendance car les prix des denrées alimentaires resteront soutenus durant les prochaines années du fait des changements rapides et profonds que connaissent les termes de l'équation alimentaire mondiale.

Les conséquences du changement climatique, la rareté croissante et la dégradation des ressources en terres et en eau, les menaces sur les approvisionnements mondiaux, les risques d'aggravation de la pauvreté s'agrègent pour faire de la question alimentaire une question centrale de la stabilité sociale et politique de la planète. Comment nourrir le monde ? Cette question, revenue au devant de la scène internationale, se pose en des termes beaucoup plus complexes que par le passé. En 2050, la population mondiale devrait atteindre 9,1 milliards soit 34% de personnes supplémentaires à nourrir. Pour faire face à cette expansion démographique la production agricole doit pratiquement doubler.

Il est clair que cet énorme défi ne pourra être relevé qu'en mobilisant toutes les ressources du progrès scientifique et technique. La recherche scientifique au niveau de l'agriculture doit être renforcée. Ainsi, au moment même où le Maroc s'engage avec détermination dans la relance de son agriculture, il doit faire un saut considérable dans les avancées technologiques et amplifier ses acquis actuels.

Mohamed AIT KADI

Allocution à l'ouverture de la 4^{ème} session plénière de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Pr. Omar Fassi-Fehri

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



Excellences, Honorables invités, Mesdames et Messieurs les Académiciens, Mesdames et Messieurs,

C'est avec un réel plaisir que je prends la parole en cette séance d'ouverture de la 4^{ème} session plénière solennelle de notre Académie. C'est aussi un motif de joie de nous retrouver de nouveau, pour nous acquitter d'une des plus importantes activités de notre prestigieuse Institution, réunir de façon régulière l'ensemble de ses membres autour de questions majeures qui préoccupent nos sociétés. En agissant de la sorte, nous nous inscrivons dans le cadre des Hautes Orientations de Sa Majesté le Roi Mohammed VI -que Dieu Le garde- qui dans Son Discours d'Installation de notre institution, a insisté sur *«l'importance du rôle que devront jouer nos scientifiques en général, et les membres de l'Académie Hassan II des sciences et techniques en particulier, afin de contribuer à relever les défis du développement et principalement ceux du développement humain»*.

Appuyant Ses propos, Sa Majesté ajoutait *«A cet égard, la recherche scientifique, le développement technologique et l'innovation doivent servir ce chantier essentiel et vital qui vise l'amélioration des conditions de vie de nos citoyens et la préservation de leur dignité, outre le fait d'initier une action inlassable pour favoriser leur intégration dans la société du savoir»*.

La tenue de la session plénière solennelle de notre Académie est pour nous un moment privilégié. Elle nous permet de nous enquérir des conditions de mise en œuvre des missions de notre institution et de nous concerter sur les voies et moyens les plus appropriés pour nous acquitter, le mieux possible, de ces missions. Elle est aussi pour nous l'occasion, à la fois de connaître des progrès de la science et de renforcer la vocation de notre pays, comme terre de dialogue et de rencontre entre Hommes de sciences et de savoir.

Excellences, Mesdames, Messieurs,

Il y a un an, en février 2008, notre Académie tenait sa troisième session plénière solennelle autour du thème général scientifique consacré à la célébration de l'année internationale de la planète terre. Au cours de la même session, nous avons également adopté le programme d'actions pour l'année 2008, dont nous aurons l'occasion de discuter la réalisation au cours de la présente session.

Le thème scientifique général de celle-ci porte sur «les leçons de la crise alimentaire mondiale : stratégies agro-alimentaires et contribution de la recherche scientifique».

Le choix de ce thème, est dû à la forte préoccupation, qui a saisi nous tous, pouvoirs publics, communauté scientifique et simples gens face aux causes et conséquences de la profonde crise alimentaire mondiale vécue au cours de cette année.

La tenue de la Conférence internationale de haut niveau, sur ce sujet, au mois de juin dernier, à Rome, et celle tenue sur «la sécurité alimentaire pour tous», au mois de janvier 2009, à Madrid, témoignent de façon notoire du degré d'inquiétude de la communauté internationale, et de la nécessité impérieuse d'agir pour assurer une alimentation suffisante, saine et équilibrée, base de stabilité sociale et d'une vie libre et digne.

La profonde crise financière que notre monde vit aujourd'hui, constitue une menace supplémentaire pour notre sécurité alimentaire. Près de 1 milliard de personnes souffrent de la faim dans le monde; parmi eux, près de 830 millions vivent dans des pays en voie de développement, et cette situation risque de s'aggraver dans des continents comme l'Afrique, en raison de conditions naturelles défavorables et du taux élevé d'accroissement de la population.

La sécurité alimentaire mondiale constitue probablement un des défis majeurs du siècle qui commence; pour cette raison notre Académie a jugé opportun de consacrer le thème scientifique général de sa session à ce sujet; elle s'attachera à faire le point sur la question, en examinant les scénarios de solutions, en particulier comment faire face aux besoins sur les plans nutrition et santé; elle traitera aussi des voies et moyens à même de permettre à la science et à la technologie de contribuer à remédier aux causes profondes de cette crise et à atténuer ses effets. Au cours de cette séance nous écouterons avec plaisir et grand intérêt comment notre pays entend faire face à cette crise avec la présentation du Plan Maroc Vert par M. le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche maritime, que nous remercions vivement.

Excellences, Mesdames, Messieurs,

Par ailleurs la tenue de cette session coïncide avec la célébration de «l'Année Mondiale de l'Astronomie», placée sous le thème «l'Univers, découvrez ses mystères», comme décidé par l'Assemblée Générale de l'ONU et la Conférence Générale de l'UNESCO; à l'occasion de cette célébration il faut savoir que dans plus de 140 pays dont le Maroc ont été constitués des comités nationaux pour organiser cette célébration qui commémore l'observation, par Galilée en 1609 et pour la première fois, du ciel à travers une lunette astronomique ce qui lui permis de voir l'Univers sous un nouveau jour.

L'astronomie demeure non seulement une science qui a accompagné l'humanité et toutes les civilisations et cultures durant des siècles, mais qui a aussi été à l'origine de découvertes scientifiques et d'inventions technologiques majeures.

En consacrant quelques conférences et communications scientifiques à l'astronomie et l'astrophysique, au cours de cette session, notre Académie se veut de participer ainsi à cette célébration, et d'encourager, en particulier chez les jeunes, l'esprit de découverte par le partage des connaissances fondamentales sur l'univers, et pour mettre en évidence le rôle essentiel de l'astronomie dans l'éducation et la culture scientifiques.

Un autre sujet tout aussi important et pertinent est également programmé au cours de cette session. Il s'agit de l'énergie et de l'innovation technologique dans ce domaine. Les débats et discussions autour de ce thème permettront de dégager des projets concrets de recherche qui méritent d'être soutenus.

Excellences, Mesdames, Messieurs,

Les sociétés bâties sur la connaissance et le savoir domineront vraisemblablement encore davantage le monde, et surtout augmenteront encore plus leur emprise sur les marchés mondiaux. Par ailleurs, dans un monde globalisé où les marchés évoluent rapidement et où les problèmes de compétitivité, de croissance et d'emploi sont très liés.

La valorisation du savoir et la promotion de l'innovation sont devenues de plus en plus une stratégie dominante chez les différents opérateurs. Devant cette situation, le Maroc ne peut, sans risque de marginalisation, rester en dehors de ce mouvement; disposer d'une base scientifique et technologique solide est aujourd'hui pour notre pays une condition nécessaire à son développement, seule à même de donner naissance aux nouvelles

connaissances pouvant conduire à sa modernisation, et à sa mise à niveau scientifique et technologique, et partant à son développement économique et social.

Au cœur de cette stratégie, il faut souligner le rôle essentiel des ressources humaines et des compétences qu'il s'agit de mobiliser en quantité et en qualité; sa réussite est beaucoup moins liée aux moyens financiers et matériels qu'on peut mobiliser, qu'aux ressources humaines, en chercheurs, ingénieurs, cadres et techniciens, disponibles.

Cette mobilisation des moyens matériels et humains devrait bien entendu s'orienter d'abord vers les secteurs où notre pays dispose d'atouts naturels et occupe des positions relativement fortes, comme l'agroalimentaire ou les mines, la chimie, les ressources marines, ainsi que vers les secteurs considérés comme stratégiques et vitaux, comme l'énergie, l'eau, les questions de nutrition, de santé et d'environnement.

Excellences, Mesdames, Messieurs,

A la fin de cette allocution, je voudrais remercier toutes les personnalités présentes avec nous à l'ouverture de cette session plénière de notre Académie. Je remercie également les éminentes personnalités scientifiques, marocaines ou étrangères, qui ont répondu à notre invitation et présenteront au cours de cette session des conférences ou des communications.

Je remercie également mon ami le Professeur Abdellatif Berbich, Secrétaire Perpétuel de l'Académie du Royaume et l'ensemble de son personnel pour l'aide qu'ils nous apportent, comme à l'accoutumée, dans l'organisation matérielle de nos sessions plénières.

Je voudrais aussi remercier les membres du conseil d'Académie, de la Commission des Travaux, des Collèges Scientifiques ainsi que le personnel administratif grâce à qui cette session a pu être préparée dans les meilleures conditions.

Puisse Dieu couronner de succès nos actions afin que l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques soit une institution phare pour la réalisation de la coopération scientifique et pour le rayonnement des sciences et du savoir, fidèle en cela à l'objectif qui lui a été fixé par Sa Majesté le Roi «servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale».

Je vous remercie pour votre attention.

Les causes et les implications de la crise alimentaire mondiale

Pr. Mohamed AIT KADI

Membre Résident
Académie Hassan II
des Sciences et Techniques



Introduction

La crise alimentaire mondiale s'est manifestée par une envolée des prix des denrées alimentaires qui ont atteint au premier trimestre 2008 leur plus haut niveau en valeur réelle depuis 30 ans. Ce phénomène d'emballement n'est pas nouveau. On sait depuis longtemps que les prix des produits agricoles sont particulièrement volatiles du fait de l'inélasticité de la demande. L'accalmie à laquelle on assiste depuis quelques mois ne doit pas occulter les causes structurelles de la flambée des prix agricoles. Ces causes sont liées à une nouvelle équation alimentaire mondiale en termes de demande et d'offre.

Les moteurs de l'accroissement de la demande restent principalement la démographie, l'urbanisation, l'amélioration des revenus et les changements des régimes alimentaires qui s'en suivent. A cela s'ajoute une demande accrue de denrées agricoles destinées à la fabrication de biocarburants. L'offre est marquée par le recul des gains de productivité, le niveau très bas des stocks céréaliers, la baisse de la production mondiale de céréales du fait des conditions météorologiques adverses qui ont sévi dans les grands pays producteurs, le renchérissement des coûts des intrants et du transport lié à la hausse des prix de pétrole et la raréfaction des ressources naturelles de base nécessaires à la production agricole notamment les terres et l'eau. L'escalade des prix a été aussi amplifiée par la conjugaison de la spéculation financière, dont les céréales en particulier sont devenues l'objet, et des mesures d'urgence inappropriées prises par un certain nombre de pays importateurs et/ou exportateurs.

Cette situation a eu des répercussions dans le monde entier mais elle a touché de plein fouet les pays en développement net importateurs de denrées alimentaires avec pour conséquences des risques d'instabilité sociale et le creusement de leur déficit commercial. Les pays également importateurs de

¹ Exposé introductif présenté en qualité de Directeur des Séances lors de la Session Plénière Solennelle 2009

pétrole, comme le Maroc, sont doublement affectés. La crise a pratiquement annihilé les efforts entrepris depuis une décennie pour réduire la pauvreté en faisant basculer plus de 100 millions de personnes dans la sous alimentation. Elle a également révélé que la sécurité alimentaire doit être raisonnée, aussi bien au niveau mondial que national et local, par rapport à ses quatre dimensions relatives à la disponibilité, l'accès, la stabilité et la qualité.

Enfin, cette crise systémique doit être traitée comme une « alerte précoce » sur ce qui attend le monde au XXIème siècle. Celui-ci dépendra de plus en plus de l'agriculture pour produire des aliments, fournir des matières premières à l'industrie, restaurer les écosystèmes et dans certaines conditions fabriquer des agrocarburants. En même temps, les bases physiques et économiques des systèmes d'agriculture productiviste (basée sur un usage d'énergie et d'intrants chimiques) sont remises en cause par la nouvelle crise mondiale. L'agriculture va devoir produire beaucoup plus (deux fois plus d'ici à 2050 dans un scénario tendanciel) elle va devoir produire autrement. Pour cela, une révolution agronomique considérable est nécessaire. Elle définit un nouvel agenda pour la recherche agronomique.

1. Caractérisation

L'indice du FMI des prix des matières premières agricoles échangées sur le marché mondial a augmenté de 130% entre janvier 2002 et juin 2008 et de 56% de janvier 2007 à juin 2008. Cette flambée survient après une période de baisse tendancielle et de relative stabilité avec les niveaux les plus bas atteints en 2000 et 2001 après la crise financière asiatique [10]. La fièvre sur les prix n'a pratiquement épargné aucune denrée agricole. Dans le courant du premier trimestre 2008, les prix du maïs et du blé ont doublé par rapport à leurs niveaux de 2003. Celui du riz a plus que triplé (fig. 1).

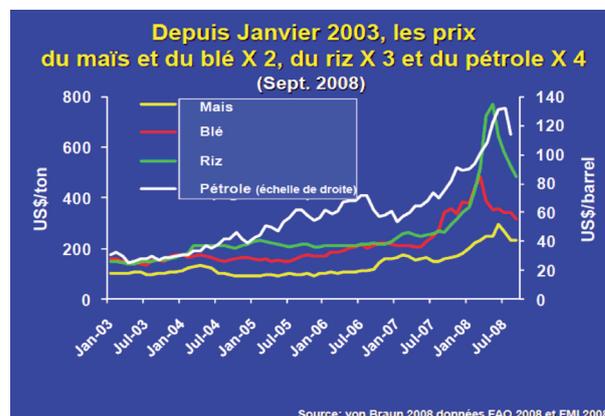


Figure 1. Evolution des cours mondiaux des céréales et du pétrole.

Ce phénomène d'emballlement n'est pas nouveau dans l'histoire des marchés agricoles. On sait depuis longtemps que les prix agricoles sont particulièrement volatiles du fait de l'inélasticité de la demande. De faibles variations de quantités (DQ) ont de grands effets sur celles des prix (DP). C'est le cas, par exemple, des céréales pour lesquels une variation DQ de 8% entre 2000 et 2006 a entraîné une variation DP de 53% [13]. Mais le rapport sur les perspectives mondiales 2009 publié par la Banque Mondiale [16] note que le récent boom, le 3ème après la deuxième guerre mondiale en comptant celui de 1951 (période de reconstruction) et celui de 1974 (premier choc pétrolier) se distingue par son ampleur, sa durée et le nombre de produits pour lesquels les prix se sont envolés. Il n'est donc pas surprenant que les économies et les politiques n'aient été pas préparées ou protégées contre cette instabilité exceptionnelle.

Depuis juillet 2008 les cours se sont repliés brutalement sans toutefois atteindre les niveaux de 2003. Ainsi, en février 2009 les prix du blé dur et du blé tendre ont enregistré des baisses de 45% et 54% mais restent au dessus de leurs niveaux respectifs atteints durant la même période en 2003 et ce de 36% et 23%. Cette chute des prix sur les marchés agroalimentaires a été l'une des conséquences de la crise bancaire systémique qui s'est propagée à «l'économie réelle».

Toutefois, cette crise économique mondiale et la chute du prix du pétrole ne suffisent pas à inverser la tendance car les prix des denrées alimentaires resteront soutenus durant les dix prochaines années du fait des changements rapides et profonds dans les termes de l'équation alimentaire mondiale.

2. Une nouvelle équation alimentaire mondiale

Les facteurs qui ont causé l'envolée des prix des denrées alimentaires sur les marchés internationaux sont complexes (fig.2). Une quantification de la part attribuable à chacun d'entre eux dans cette augmentation est, comme l'ont souligné Abbot et al [1], pratiquement impossible. Les prix agricoles obéissent à des cycles propres liés aux dynamiques demande/offre. Mais leur hausse a été aussi amplifiée par la spéculation dont les céréales, en particulier, ont fait l'objet. Cette hausse a été également aggravée par les mesures d'urgence prises par de nombreux pays ayant limité leurs exportations et/ou augmenté leurs importations.



Figure 2. Les termes de la nouvelle équation alimentaire mondiale.

2.1. La demande

Durant les deux dernières décennies la demande alimentaire a cru d'une façon régulière. Les principaux moteurs de cet accroissement sont la démographie, l'urbanisation, l'amélioration des revenus et les changements des régimes alimentaires qui s'en suivent. Le taux de croissance de la population mondiale s'établit à environ 1% par an mais plusieurs pays en développement, notamment en Afrique, connaissent encore des niveaux bien plus élevés. Pratiquement 61% de cette population vivra dans les villes durant les 3 prochaines décennies [4]. De plus, plusieurs pays en développement connaissent, depuis quelques années, une croissance économique élevée. En Asie, et particulièrement la Chine et l'Inde, les taux de croissance du PIB réel avoisinent 9% par an entre 2004 et 2006. De même l'Afrique sub-saharienne a connu une croissance économique rapide d'environ 6% durant la même période. Or l'amélioration des revenus se traduit systématiquement dans ces régions par un accroissement des dépenses alimentaires en faveur de régimes plus variés et plus riches.

Il s'ensuit une consommation plus grande notamment des viandes et des produits laitiers d'où une augmentation des besoins en céréales pour l'alimentation animale. Cette augmentation a atteint 7% par an depuis 2000 contre 4% pour les céréales destinées à l'alimentation humaine. Il est cependant difficile d'attribuer l'envolée des prix de certaines denrées alimentaires comme les blés à une demande accrue de la Chine et de l'Inde car ces deux pays sont pratiquement autosuffisants et leurs importations de céréales, en l'occurrence, ont plutôt baissé entre les années 2000 et 2007.

L'accroissement rapide du prix du pétrole a créé une demande additionnelle pour les récoltes alimentaires utilisées à des fins de production d'agrocarburants. Aux Etats-Unis 30% des récoltes en 2008 du maïs, soit

12% de la production mondiale, ont été détournés vers la production d'éthanol. De même 60% de la production du colza dans l'Union européenne en 2007, soit 25% de la production mondiale ou 70% du commerce mondial de ce produit, ont été utilisés pour la production du biodiesel.[6] Le renchérissement des prix induits ne se limite pas uniquement aux cultures utilisées, il concerne indirectement d'autres denrées.

L'engouement vers la culture du maïs aux Etats-Unis s'est fait au détriment du blé et/ou du soja dont les prix, ont de ce fait, également augmenté. Cette situation est inquiétante car les prix des denrées utilisées pour la production d'agrocarburants deviennent de plus en plus corrélés au prix du pétrole (fig.1) qui leur mettra désormais un plancher. On estime que lorsque les prix du baril de pétrole se situent entre US\$ 60 et \$70, les agrocarburants deviennent compétitifs dans plusieurs pays même avec les technologies actuelles. Leur efficacité est cependant encore sujette à controverse y compris sur le registre de l'atténuation du changement climatique pour lequel ils sont mis en avant lorsque l'on considère la déforestation et les changements d'occupation des sols qu'ils provoquent.

Quoiqu'il en soit, la demande potentielle du marché de l'énergie est si grande qu'elle risque de bouleverser complètement les marchés agricoles. Le développement de la 2ème génération d'agroarburants celluloseux comme alternative est plutôt freiné, d'une part, par les soutiens accordés aux agrocarburants actuels par les USA et l'UE et, d'autre part, par la surcapacité industrielle installée qui n'est pas nécessairement adaptée, ne serait-ce que par sa localisation, à cette nouvelle génération [9]

2.2. L'offre

On admet typiquement que l'offre agricole globale croît de 1 à 2% lorsque les prix augmentent de 10% en précisant que cette élasticité n'est pas nécessairement linéaire. Mais les dynamiques demande/offre agricoles sont complexes et la réponse du côté offre est plutôt lente en raison de l'effet cumulé du recul tendanciel des gains de productivité, du niveau très bas des stocks céréaliers, de la baisse de la production mondiale de céréales du fait des conditions météorologiques adverses qui ont sévi dans les grands pays producteurs, du renchérissement des coûts des intrants et du transport lié à la hausse des prix de pétrole et de la raréfaction et de la dégradation des ressources naturelles de base nécessaires à la production agricole notamment les terres et l'eau.

L'accroissement de la production agricole est le produit combiné de l'extension des terres arables, de l'intensification et de l'augmentation des rendements. L'amélioration des rendements a été, depuis le début des années 60, la source principale de l'augmentation de la production agricole. Elle en explique, globalement, environ 78% alors que 7% et 15% sont respectivement attribuables à l'intensification et à l'extension des terres cultivées. Une tendance à la baisse du taux d'accroissement des rendements des 3 céréales (blé, riz et maïs) est mise en évidence dans le Rapport sur le Développement Mondial 2008 [15]. Ainsi, dans les pays en développement les rendements moyens n'auraient augmenté que de 1% durant la période 1990-2007 contre 2% entre 1970-1990. En réalité cette baisse est effective pour le blé et le riz alors que les rendements du maïs ont plutôt augmenté depuis 1990 [7] La situation est également très différenciée entre pays selon les niveaux des investissements consacrés à l'agriculture et à la recherche-développement dans le secteur agricole.

Les stocks céréaliers ont pratiquement baissé de moitié depuis 2001 passant de 600 millions de tonnes à moins de 300 millions de tonnes en 2007. Le ratio stocks céréaliers/utilisation en 2007/2008 était estimé à 18,8% soit un recul de 6% par rapport au niveau de 2006/2007. Cette situation aurait contribué à aggraver la « nervosité » des marchés face aux déficits de production liés aux conditions climatiques adverses qu'ont connues certains grands pays producteurs comme l'Australie, le Canada, les Etats-Unis et dans une moindre mesure la Russie et l'Ukraine.

Les prix du pétrole ont pratiquement doublé entre 2005 et 2008 entraînant le triplement des prix de certains engrais et le doublement du prix du transport. L'effet combiné de ce renchérissement représente 20 à 30% de l'augmentation des prix à l'exportation des prix des principales denrées américaines (blé, maïs et soja) qui déterminent le marché mondial [10].

Comment nourrir le monde ? La crise a fait revenir cette question au devant de la scène internationale. Selon les projections démographiques la population mondiale devrait croître de 6,5 milliards de personnes en 2005 à 9,2 milliards en 2050 et de ce fait la production agricole devrait doubler dans un contexte marqué par la réduction des ressources de base, la terre et l'eau. L'Asie, le Moyen Orient et l'Afrique du Nord ont épuisé leur potentiel de terres arables et exploité une large part de leurs ressources en eau renouvelables (fig3). Ces régions dépendront de plus en plus des importations.

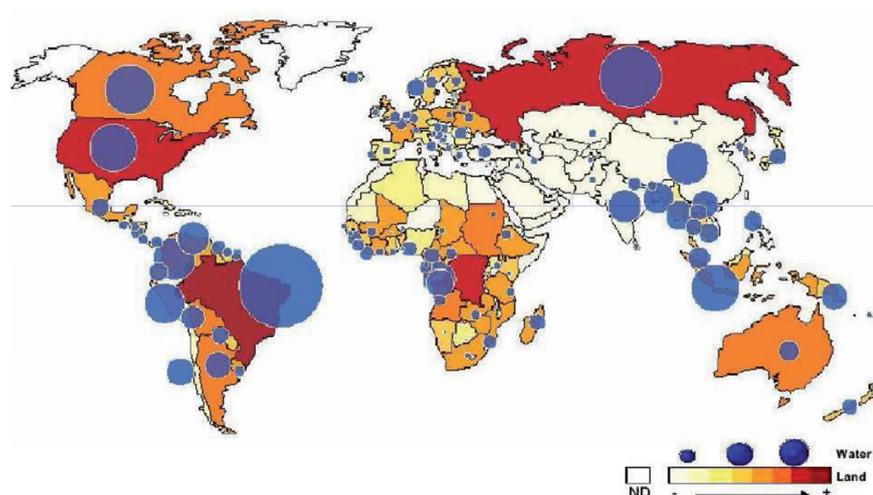


Figure 3. Répartition du potentiel en terres arables et en eau d'après ICONE, WAC 2007.

Entre 1961 et 2003 les surfaces cultivées ont augmenté de 13% (1,5 milliards d'hectares) et celles irriguées ont doublé (270 millions d'hectares). La surface cultivée pour nourrir un habitant a été divisée par 2 (de 0,45 à 0,25 ha/habitant). Les terres agricoles subissent des déperditions par l'érosion, la salinisation, les pertes de fertilité et l'urbanisation galopante. Les extensions possibles supposent la mise en culture de réserves foncières non encore exploitées, notamment en Afrique subsaharienne et en Amérique Latine. Il s'agit là de terres à gagner sur la pâture ou la forêt avec des conséquences potentiellement négatives sur les écosystèmes [8].

Parallèlement le taux d'accroissement de l'utilisation de l'eau a été globalement le double de celui de la croissance démographique durant le siècle précédent [2]. La demande en eau agricole représente 70% du total exploité. On compte en moyenne 1 litre d'eau par calorie produite soit 3500 à 4500 litres d'eau pour satisfaire les niveaux caloriques journaliers moyens des régimes alimentaires des pays riches. Sans des améliorations importantes de la productivité de l'eau agricole – ou un bouleversement majeur de la carte agricole mondiale- la quantité d'eau requise pour satisfaire l'accroissement démographique et le changement des comportements alimentaires associé à l'urbanisation devrait augmenter dans une fourchette de 60 à 90%. Cette demande en eau supplémentaire serait encore plus grande si la production d'agrocarburants continue de croître [2].

2.3. Les facteurs amplificateurs

La spéculation : face à la crise des crédits immobiliers aux Etats-Unis et des produits dérivés de ces instruments de crédits, des volumes abondants de fonds spéculatifs se sont reportés sur les marchés à terme des produits agricoles et sur les instruments dérivés de ces marchés. Ceci a contribué à amplifier la volatilité des prix agricoles. D'ailleurs sur le rôle des

spéculateurs, Paul Krugman, Prix Nobel d'économie a fait remarquer à plusieurs reprises que pour que la spéculation induise une hausse des prix, il faut qu'elle provoque une rétention de l'offre physique sur le marché par augmentation des stocks. Or pour plusieurs produits agricoles, la plupart des analystes s'accordent à souligner que le niveau des stocks avait beaucoup baissé [12].

Le protectionnisme : pour éviter les risques de troubles sociaux et politiques, de nombreux pays ont réagi dans l'urgence et les mesures qu'ils ont prises, ont elles aussi contribué à amplifier la hausse des prix agricoles. Ainsi par exemple l'Argentine et la Russie ont imposé des limitations sévères à leurs exportations de blé afin de faire baisser les prix intérieurs. Le Vietnam et la Thaïlande ont arrêté leurs exportations de riz pendant plusieurs mois pour les mêmes raisons. De même les baisses, voir l'élimination, des tarifs douaniers par plusieurs pays net importateurs ont accentué la tension sur les marchés.

3. Quelles sont les implications ?

3.1. Au niveau International

La montée de l'insécurité alimentaire : la flambée des prix agricoles internationaux a secoué le monde entier. Elle a fait basculer plus de 100 millions de personnes dans la faim portant le nombre total de personnes souffrant de la faim chronique à environ un milliard soit 15% de la population mondiale. Les populations pauvres sont vulnérables à la hausse des prix qui non seulement entraîne la détérioration de la qualité nutritive de leur alimentation mais celle de leur pouvoir d'achat vu que les dépenses d'alimentation représentent parfois jusqu'à 60 à 70% de leurs revenus. Elle a aussi provoqué une série de mouvements sociaux, médiatisés sous le terme «d'émeutes de la faim», dans pas moins d'une

trentaine de pays. La gravité de ces impacts montre bien l'interdépendance entre la sécurité alimentaire et la stabilité politique. De ce point de vue cette crise doit être considérée comme «une alerte précoce» des défis alimentaires auquel le monde aura à faire face dans le futur.

Les impacts du changement climatique sur la sécurité alimentaire : l'agriculture mondiale est, en effet, menacée par le changement climatique dont les impacts potentiels ont été documentés dans plusieurs rapports. La plupart indiquent que le potentiel de production agricole va se réduire et que les rendements des principales cultures céréalières en l'occurrence le blé et le maïs vont globalement baisser. Ces baisses seront particulièrement marquées dans les régions de basses latitudes. L'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine pourront connaître des baisses de rendements variant de 20 à 40%. De plus, l'occurrence d'événements extrêmes de plus en plus fréquents (sécheresses et inondations) aggraveront les pertes de récoltes et d'animaux. Certaines analyses annoncent le déclin, par rapport au niveau de 2000, du nombre de calories alimentaires disponibles pour l'ensemble des pays en développement. Enfin, le changement climatique va aggraver la hausse des prix des céréales et du soja.

Il apparait ainsi que la sécurité alimentaire des pays en développement risque de se détériorer dans ses quatre dimensions² : (1) la disponibilité des aliments va baisser par suite de la contraction des ressources en eau, de conditions climatiques plus défavorables, des changements démographiques et de régimes alimentaires et de la demande accrue des agrocarburants ; (2) l'accès des populations pauvres à la nourriture sera affecté par la détérioration de leur pouvoir d'achat en raison des prix élevés; (3) la stabilité de l'approvisionnement sera menacée par la prévalence des catastrophes naturelles, la volatilité des prix et la montée du protectionnisme ; et (4) la qualité nutritionnelle va souffrir par le recours forcé des populations pauvres à des

² Il fut un temps était posée en termes d'autosuffisance nationale. L'inégalité des dotations en ressources naturelles, la pression de la croissance démographique, l'urbanisation, la valorisation des avantages comparatifs de l'agriculture, la libéralisation de l'économie posent désormais cette question à la fois en termes de production nationale et en termes d'échanges sur le marché mondial. Les inégalités sociales et l'extension de la pauvreté ont, en outre, mis en avant la problématique de la capacité économique des populations déshéritées à l'accès à l'alimentation, qu'il s'agisse de leur capacité à produire suffisamment pour satisfaire leurs besoins ou qu'il s'agisse leurs revenus pour accéder aux marchés. Les travaux d'Amartya Sen et d'Alex de Waal, en particulier, avaient mis en avant que l'insécurité alimentaire était plus le fait d'un déficit d'accès à l'alimentation par les populations pauvres que d'un manque de disponibilité des aliments. Mais la hausse des prix de 2007-2008 a renvoyé le pendule vers la disponibilité. Aujourd'hui nous sommes amenés à raisonner la sécurité alimentaire dans ses quatre dimensions : la disponibilité, l'accès, la stabilité, l'innocuité et la qualité nutritionnelle

régimes alimentaires moins équilibrés affectant particulièrement les enfants qui en porteront les séquelles durablement.

Cette dégradation de la sécurité alimentaire constituera le ferment de crises sociales extrêmes qui menaceront la gouvernabilité des pays touchés. Elle aggravera la pauvreté, les inégalités ainsi que les risques de maladies et de mortalité précoce. Elle créera de plus en plus de risques d'implosion des gouvernements des pays pauvres. Plusieurs pays connaissent déjà des situations ingérables, leurs gouvernements perdant le contrôle du pays ou de vastes régions. Ces espaces sans droit des Etats "faillis" deviennent des bases de criminalité, de drogue, de terrorisme, de guerres internes. L'instabilité politique provoquée par l'insécurité alimentaire en augmentera le nombre.

On mesure déjà les conséquences possibles de ces crises dans les pays pauvres sur la stabilité globale. Les conflits transfrontaliers sur les ressources en eau ou sur les mouvements migratoires, les activités dans les zones de non droit, génèrent déjà des tensions internationales, comme le montrent les nombreux conflits actuels. Ces tensions ne pourront que s'accroître d'où l'urgence d'une nouvelle gouvernance du système agro-alimentaire mondial.

Mais au-delà des deux préoccupations majeures évoquées, la crise alimentaire mondiale a eu au moins un effet positif, celui de remettre le développement agricole au centre des stratégies de développement dans le monde. Replacer ainsi l'agriculture, c'est reconnaître que ses fonctions seront de plus en plus indispensables pour l'humanité. C'est rappeler que l'alimentation des hommes en dépend, que ce soit directement ou après transformation animale. C'est de produits agricoles, notamment les fibres et les produits ligneux, que dépendent de très nombreuses industries. C'est aussi en améliorant les techniques de l'agriculture que l'on pourra mieux gérer les ressources rares, économiser l'eau, protéger les sols et préserver la biodiversité.

3.2. Au niveau national

Le Maroc a subi de plein fouet la hausse des prix agricoles sur le marché mondial dont les effets peuvent être résumés comme suit [11] :

- Les importations des produits agricoles et alimentaires ont augmenté en valeur de 78% entre 2006 et 2008. Les prix unitaires moyens à l'importation ont augmenté durant la même période de 95% pour le blé, 100% pour l'orge et 62% pour le maïs;

- La part des produits alimentaires dans les importations totales a augmenté de 9,8% en 2006 à 13,2% à fin novembre 2008 en même temps le taux de couverture a décliné de 116% à 67% et la part de la facture alimentaire dans le déficit commercial a augmenté de 20,9 % à 25,8%.

Néanmoins, l'effet inflationniste du renchérissement des produits alimentaires de base a été maîtrisé grâce aux mesures gouvernementales suivantes [3] :

- Le gel du mécanisme d'indexation des prix du pétrole sur les marchés internationaux;
- La réduction et/ou la suspension des droits d'importation appliqués à certains produits (blé tendre, blé dur, orge, lait UHT ou en poudre, beurre, etc.).
- Le soutien des prix énergétiques et alimentaires par la caisse de compensation qui a représenté un effort financier se montant à environ 5% du PIB.

L'ensemble de ces mesures a permis de maintenir le taux d'inflation au niveau de 3,9% en 2008 (dont 6,9% pour l'alimentaire et 1,4% pour le non alimentaire). Autrement ce taux aurait atteint 7,3% (fig.4).

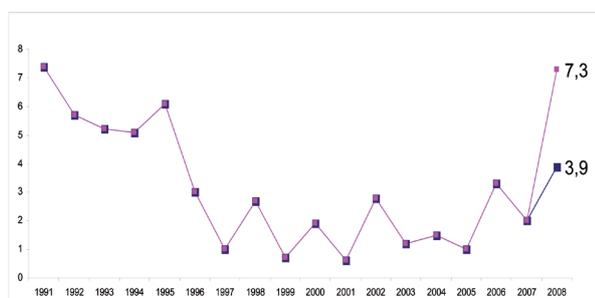


Figure 4. Evolution du taux d'inflation.

Pour comprendre l'impact de la transmission des prix mondiaux aux prix à la production et à la consommation, les simulations effectuées par un modèle d'équilibre général [5] montrent qu'un mixage optimal entre un ciblage des consommateurs pauvres par des transferts monétaires directs et une transmission de la hausse des prix aux petits agriculteurs est une stratégie qui pourrait profiter aussi bien aux consommateurs qu'aux producteurs (Figs. 5, 6 et 7)

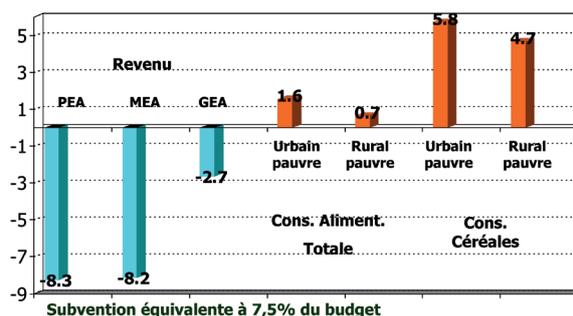


Figure 5. Subventions des importations compensent les consommateurs pauvres mais les petits agriculteurs sont perdants (% variation liée à la subvention des importations)

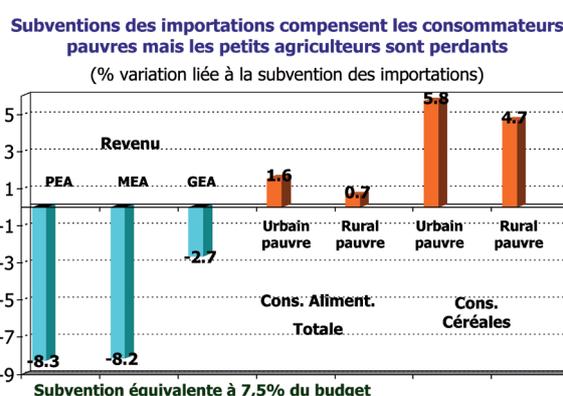


Figure 6.

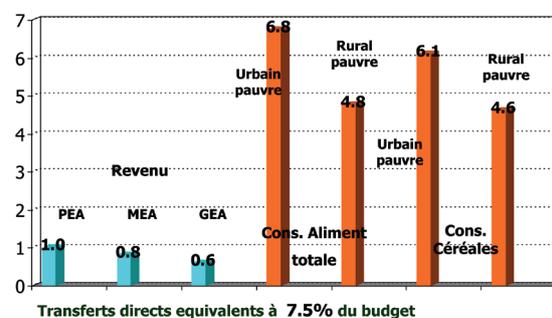


Figure 7. Le ciblage des consommateurs pauvres par des transferts directs profite aux deux (% variation Transferts directs)

4. Conclusion : quel agenda pour la recherche?

Les prix internationaux des produits agricoles résultent de la combinaison de plusieurs facteurs liés non seulement aux dynamiques demande/offre mais aussi aux conditions de leur transmission aux prix à la production et à la consommation (Fig.8). Compte tenu des risques grandissants que représente la volatilité des prix sur les marchés mondiaux pour les économies agroalimentaires qui dépendent de ces marchés pour assurer leur sécurité alimentaire il est important de disposer de capacités de recherche permettant de comprendre les causalités

et d'anticiper les effets afin de mieux raisonner les stratégies pour des interventions judicieuses.

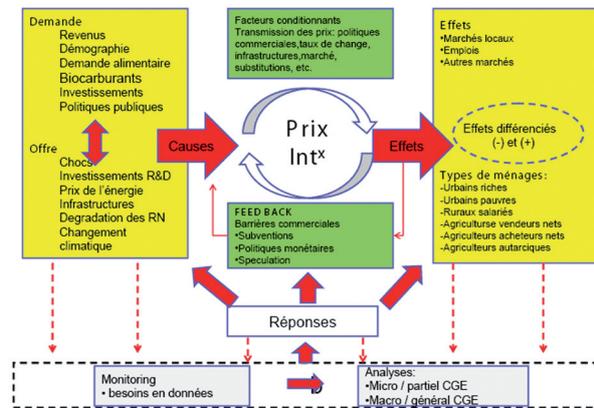


Fig 8: Diagramme des causes et effets de la volatilité des prix agricoles internationaux [14]

Les perspectives à long terme de la situation alimentaire mondiale montrent que:

- La production agricole doit doubler entre 2000 et 2050.
- L'abondance de denrées agricoles sur le long terme (2050) n'est pas totalement acquise.
- Les contraintes liées à la raréfaction des ressources de base (sols et eau), au changement climatique, à la dégradation de la biodiversité et de l'environnement impliquent des risques potentiels de pénuries.

Cette situation soulève des incertitudes quant à notre capacité à produire et à distribuer suffisamment de denrées alimentaires pour nourrir plus de 9 milliards de personnes en 2050 dans un contexte marqué par (i) des incertitudes quant à l'évolution des cours mondiaux des produits alimentaires et énergétiques ; (ii) une concurrence pour les ressources naturelles (l'eau en particulier) exacerbée par le changement climatique inéluctable ; et (iii) la montée des préoccupations environnementales et sanitaires (recrudescence des maladies émergentes et ré émergentes). Elle rend nécessaire une révolution agronomique d'envergure qui doit être fondée sur le principe «produire plus mais produire mieux» en mobilisant toutes les ressources du progrès scientifique et technique.

Références

1. Abbott, P.C., Hurt, C., Tyner, W.E., 2008 "What's driving food prices ? " Issue report, Farm Foundation. <http://www.farmfoundation.org/>.
2. Ait Kadi M. « How do we manage the water supply to optimize economic growth?» Panel 4 introductory remarks, 2007 World Congress of the World Agricultural Forum, St Louis, USA, May 9, 2007

3. Bank Al Maghrib, " Rapport Annuel 2007"
4. Cohen 2006 "Urbanization in developing countries : current trends, future projections, and key challenges for sustainability". Technology in society 28 :63-80.
5. Doukkali R., Diao X." Impacts of Agricultural Policies on the Poor - Preliminary results from a CGE model and the most recent SAM 6ème Séminaire Institutionnel du Conseil Général du Développement Agricole, CGDA, Rabat, Décembre 2007
6. FAO "Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and action required", High Level Conference On World Food Security: the Climate Change and Bioenergy" HLC/08/INF/1, April 2008
7. Fuglie Keith O. "Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices ? "Agricultural Economics 39, 2008 supplement 431-441).
8. INRA-CIRAD "Agrimonde – Prospective sur les systèmes agricoles et alimentaires mondiaux à l'horizon 2050" mai 2008
9. Kimberley A.E: "Biofuels and the food price crisis : A survey of the issues" Center for Global Development, Working Paper n°151, August 2008).
10. Mitchell D. "A note on rising food prices" Policy Research working Paper N° 4682. The, World Bank, Washington DC., July 2008
11. Office des Changes "Statistiques du Commerce Extérieur du Maroc"
12. Petit M. "Communication personnelle"
13. von Braun, J. , 2007. "The World Food Situation: New driving forces" IFPRI , Washington DC.
14. von Braun, J., & al.. 2008 "High food prices: the what, who, and how of proposed policy actions" IFPRI Policy Brief, IFPRI, Washington DC.
15. World Bank 2008 "Rapport sur le développement dans le monde:l'agriculture au service du développement" Washington DC
16. World Bank 2009 "Global Economic Prospects 2009- commodities at the crossroads", Washington DC

The world food crisis : Deriving solutions

Pr. Chandra A. Madramootoo
President, International Commission
on Irrigation and Drainage.
Dean, Faculty of Agricultural
and Environmental Sciences.
McGill University, Montreal,
Canada



Abstract

During 2008 the world witnessed a global food crisis which caused social unrest in many countries and drove 75 million more people into poverty. The crisis resulted from sharply higher oil prices, increased biofuel production, dwindling grain stocks, market speculation, changing food consumption patterns in emerging economies, and changes in world trade agreements, among other factors. In September 2008, McGill University hosted an international conference to examine the complex factors underlying the food crisis and establish a basis for long term solutions to declining world food stocks and rising food prices. A major conclusion arising from the Conference is that developing countries in particular have been continuously reducing their investments in the agricultural sector. This includes investments not only in both rural infrastructure and food production, but also in research and development, technology transfer and training. The agricultural sector is critical to the economic development of developing countries, and farmers are the backbone of the economy in these countries. There is a need for a massive reinvestment in agriculture, research, infrastructure, and placing food security higher on the international development and political agendas.

Introduction

Soaring food prices in 2007 and early 2008 provoked social unrest in countries around the world and threatened the political and economic stability of poor nations. UN Secretary-General Ban Ki-Moon called it a global crisis. Executive Director of the UN World Food Program, Josette Sheeran said that rising prices pushed up the number of undernourished people in the world from more than 850 million in 2005 to 925 million in 2008. World Bank President Robert Zoellick warned that at least 33 countries faced social unrest as a result of sharply higher food prices. Although food prices have dropped significantly since the peak of 2008, they are expected to remain higher than average for the medium term (OECD/FAO 2008).

The recent world wide financial crisis has implications for food security, as it has resulted in credit for farmers becoming expensive and difficult to find, potentially causing fewer crops to be planted and exacerbating food shortages. In addition, commodity market prices have declined more rapidly than production costs, yielding tight margins for producers. The Executive Director of the World Food Program stated in mid-March 2009 “Despite the severity of the current financial situation, we must not let the issue of food security be set aside. In fact, the world’s most vulnerable will be hurt most by the economic crisis as their income is hit”.

People at risk

Countries with the highest proportion of hungry people are predominantly found in Sub-Saharan Africa. Parts of Asia, and Central and South America also have areas where over 25% of their populations are undernourished (FAO, 2006). Vulnerability to rising food prices is largely based on the high percentages of disposable income spent on food purchases. In some parts of Asia and Africa, over 70% of household income goes towards food expenditures, compared to 12% in North America. High household spending on food leads to food insecurity. The people most at risk are the urban poor, rural landless, pastoralists, and small farmers who are net food buyers.

Global food production

There are 1500 M ha of cropland worldwide and it is generally reported that approximately 18% or 277 M ha is irrigated (FAOSTAT). This irrigated area produces 40% of the world’s food (UNCSD, 1997). Irrigation therefore plays a critical role in world food production. Global food production continues to rise, but there have been extensive periods over the last 15 years when food utilization has been higher than production. Globally, food self-sufficiency of the developing world has declined from about 95% in the mid-1960s to just above 90% at the end of the millennium (World Bank, 2006). China and India, which account for almost 37% of the world’s population, consume more food than they produce. Increasing wealth in these countries has resulted in changes to patterns of food consumption to include more processed and higher calorie foods. This has further increased the demand for animal feed crops, and these countries now rely on imports (FAO, 2006).

The global food crisis did not develop overnight but was the result of many years of changing investment priorities, increasing and shifting demands for food

and fuel and climatic factors. In the 1960s and 1970s, many countries took advantage of the research derived through the Green Revolution, and invested heavily in agriculture to improve food security. There was a major emphasis on higher crop yields through genetic improvement and increased inputs such as water, fertilizer and pesticides. Between 1960 and 2000, a period when world population doubled, demands for food were met by the intensification of agricultural production (UNESCO-WWAP. 2006). Agricultural land expanded very little during this time, resulting in a sharp drop in per capita amount of cropland from 0.45 ha/person in 1961 to 0.25 ha/person in 2000. With increasing population growth, it will be necessary to double food production in the coming 25 years, with the current limited land and water resources. This is an enormous challenge with the growing competition for land and water from non-agricultural sectors.

Causes of rising food prices

The rapid rise in food prices that began at the end of 2006 and continued until early 2008 was driven by a complex set of factors including sharply rising fuel prices, biofuel production, historically low levels of grain reserves, droughts in key food-producing countries, higher world populations, increasing demand for meat and dairy products in emerging nations like India and China, market and trade speculation, and agricultural subsidies.

Oil and Biofuels: Crude oil prices doubled between 2006 and 2008 resulting in significantly higher fertilizer and transportation costs which in turn increased the cost of producing food. Higher oil prices, reduced fossil fuel supply and climate change concerns resulted in the implementation of public policies to support the biofuels sector. The emerging biofuels market became a significant source of demand for agricultural commodities such as sugar, maize, oilseeds and palm oil. The production of crops for biofuels diverted land away from food production, reduced food availability and drove food prices up. Global biofuel production tripled from 4.8 to 16 billion gallons between 2000 and 2007 and production continues to grow (USDA 2007).

Grain reserves, speculation and trade: Grain reserves had been declining since 1995, by an average of 3.4% per year. According to FAO Food Outlook (2008) world cereal stocks fell to a 25-year-low of 405 million tonnes in 2007/2008, down 21 million tonnes, or 5%, from their already reduced level of the previous year. As world food stocks decline below 60 days' reserves, price volatility and price changes become magnified when unexpected events occur.

Farmers in developing countries cannot compete with exports from developed countries that heavily subsidize agriculture and they are often put out of business by cheap imports. In 2002, agricultural subsidies reached \$300 billion annually in developed countries allowing, in many cases, production costs to be lower than those in developing countries. Freer trade since 1995 has made countries in the southern hemisphere more dependent on imports, and therefore more vulnerable to food price increases. This has also had the double negative effect of reducing the capacity of local farmers, and national food production systems.

Population growth and world food production: The world's population is believed to have reached 6.65 billion in March 2008 and is projected to reach 9 billion in 2050. The current growth rate is 1.3% and although this rate is expected to slow, it is expected that each year until 2020, the world's farmers must try to feed an additional 70 million people. This growth is concentrated in the Indian subcontinent and sub-Saharan Africa, which are also the regions with the highest levels of poverty, and climatic variability. These are also the regions most affected by under nourishment. Food production must be doubled in these regions and biofortified food products brought onto the market.

Changes in food consumption: There are three major uses for feed crops: food, feed for animals, and biofuels. Coarse grains, such as sorghum and maize, are being used more and more for feed and fuel. Rising incomes worldwide are enabling some 3 or 4 billion low-income consumers to move up the food chain, consuming more poultry, pork, beef, milk, eggs, and farmed fish (WHO/FAO 2002). World meat production, which climbed from 44 million tons in 1950 to 265 million tons in 2005, increases each year. During this 55-year span, consumption per person more than doubled from 17 kilograms to 41 kilograms. The production of each kilogram of beef requires 7-8 kg of maize and globally more than 700 mT of grain is used as animal feed. Livestock production, including animal feed production, accounts for one third of all arable land. Changing diets with higher meat content have therefore resulted in a greater global demand for grains.

Climatic effects: The Canadian prairies have suffered from several droughts in recent years, and this has reduced Canadian production of wheat and other commodities for export and the international stockpiles. Current droughts in Australia and floods in the Midwest US have had the same effect on reducing the world supplies of food. Extremes of climate in the forms of drought and floods can

have a disastrous effect on food availability, and the buffering capacity in the developing countries is negligible, which makes the populations of these countries highly vulnerable.

Broader food security considerations and implications

McGill University convened a high level international conference on global food security in September 2008, to understand the factors that led to rising food prices, their impacts on affected populations, and to seek solutions. Views and inputs were solicited from stakeholders in developed and developing countries including the food industry, international organizations, donor agencies, governments, farmers, international scholars, and non-governmental organizations. More details about the Conference including the presentations, findings and recommendations can be found on the website: www.mcgill.ca/globalfoodsecurity. The International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) also played a leadership role at the Fifth World Water Forum held in Istanbul in March 2009 on the issue of water management for food security. The ICID position paper and the relevant outputs from the Forum can be found on the website: www.icid.org. Some key points emanating from these meetings as follows:

- The food crisis will not come to an end very soon. The First Millennium Development Goal for 2015 of reducing by half the number of people who suffer from hunger will not be met under these conditions of increasing poverty and food shortages.
- As food prices increase, the most nutritional foods are cut out of diets, resulting in negative nutritional and health outcomes. Children who are malnourished in the first months of life are permanently developmentally and cognitively impaired with lifelong implications. Even if food prices come down, the negative impacts will be borne by the children of the future.
- The economic impacts of high food prices are enormous as people are forced to sell assets, in order to buy food, and consequently they get into debt. Children are taken out of school and health care is cut back, in order to reduce household expenses.
- National and international investments in agriculture and food production have declined since the 1980s. There was a perception that the world's food supply was secure and that countries were becoming more self sufficient in

food. Therefore government investments in food production and agricultural infrastructure were not considered a priority.

- Since 1979, funding of Official Development Assistance (ODA) to agriculture has declined from 18% to 3.5% of the total ODA in 2004 from the OECD countries (World Bank 2008). It also declined in absolute terms, from a high of about \$8 billion (2004 US\$) in 1984 to \$3.4 billion in 2004. Declining investment in the agricultural sector has resulted in a lack of infrastructure in rural areas including roads, electricity, irrigation, water storage and an absence of rural markets, collection and certification centres, and transport for perishables all of which have impeded food production gains. Declining investments also resulted in a lack of research and development and building the technical capacity of farmers and extension workers.
- International trade policies and market liberalization have led to increased food imports by developing countries from the developed countries. Many developing countries therefore became dependent on food imports, which are many times cheaper than those produced by the local farmers.
- There are tremendous environmental impacts to high food prices, as marginal lands are cultivated and people migrate into heavily used agricultural areas. As food becomes less affordable, households are compelled to clear and cultivate marginal lands on steep hills which results in overgrazing, soil degradation, soil erosion, and deforestation.
- Food aid is not the solution to the world food crisis. Countries should not become dependent on food aid. Food aid is viewed as temporary relief under emergency situations.

Some recommendations for addressing global food security

- Agriculture has been an engine for growth and development in Europe, North America and parts of Asia. The importance of the agricultural sector for economic development in developing countries needs to be supported and investments need to start immediately, be planned over the long term and must stimulate not just farming but rural development as a whole. Public investments in health, sanitation, and education must accompany building institutional support for regional and local markets and reinvesting in infrastructure such as irrigation, drainage, power, roads,

telecommunications, and post harvest and agro-processing facilities. This will invigorate economies and generate wealth to help battle poverty. Adequate farm incomes lead to farmers investing in their own communities, in water and sanitation infrastructure, and in veterinary medicines.

- There is a need to develop suitable technologies which will increase farm income. Improve the dissemination of technology best practices, and practices on nutrition, and child and maternal health in community and farm level organizations Massive educational and extension programs ought to be implemented at local and regional levels.
- Global policies and development aid should focus on eliminating agricultural and trade barriers. Government policies should allow farmers to take advantage of local, regional and international market opportunities.
- Integrate bioenergy into rural development and agriculture projects, but not at the expense of local food production.
- Innovative research and technology transfer programs should be developed rapidly to focus on crop yield improvements, transformations of production and post-production systems, reducing post harvest losses, sustainable land and water use, and preventing environmental degradation.
- National and international agencies should more actively monitor world food supplies, and develop and implement early warning and alert mechanisms, to reduce the consequences of food insecurity and malnutrition, particularly in impoverished rural communities.
- There is an urgent need to build and enhance the technical capacity of farmers, extension agents and professionals involved in food production.
- There is a need to integrate the capital, land, water and resource assets of small farmers, so that that can have improved access to credit, markets and other agrarian services.

Given the current global financial crisis and the impact that this is likely to have on a worsening food crisis, it is critical that world food production become an international development priority. Multilateral agencies are advised to build stronger investment and technical assistance programs in helping countries to achieve food security. If not the consequence could be quite disastrous, as countries suffering from food insecurity are likely to fail economically, socially and politically. Furthermore, poor human development as a result of malnutrition and hunger will have

irreversible national development consequences. The recent gains in poverty reduction will most likely be wiped out if both developed and developing countries do not take up the mantle of a combined agenda on food security. We must collectively engage in fighting all forms of human indignity, inequity, inequality, poverty and suffering.

References

FAO. 2006. The State of Food and Agriculture. Food aid for food security? Economic and Social Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 183 pp <http://www.fao.org/corp/publications/en/>

FAOSTAT. Food Security Statistics. http://www.fao.org/faostat/foodsecurity/index_en.htm

OECD/FAO2008. Agricultural Outlook 2008-2017. Organization for Economic Development and Co-operation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/550/en/AgOut2017E.pdf>

UNESCO-WWAP. 2006. Water: A Shared Responsibility. The United Nations World Water Development Report 2. 601 pp. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001454/145405E.pdf>

United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD): Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world, Report E/CN.17/1997/9, http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/water_documents.htm, 1997.

USDA. 2007. The future of biofuels: A global perspective. Amber Waves. November 2007. <http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/November07/Features/Biofuels.htm>

WHO/FAO. 2002. Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/005/AC911E/ac911e01.htm#TopOfPage>

World Bank. 2006. Directions of Development. Reengaging in agricultural water management. Challenges and Options Washington, DC. 218 pp http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/DID_AWM.pdf

World Bank. 2008. The World Bank Development Report: Agriculture for Development. 366 pp. Accessed at <http://econ.worldbank.org>

Les enjeux nutritionnels de la crise

Dr. Francis DELPEUCH
 Directeur de Recherche,
 UMR 204 Nutripass
 'Prévention des malnutritions'
 Institut de Recherche pour le
 Développement (IRD)
 Montpellier, France & Rabat, Maroc



Retour sur la crise et quelques glissements sémantiques

En 2008 la flambée des prix alimentaires a marqué les esprits et suscité le grand retour de la sécurité alimentaire et de l'agriculture sur le devant de la scène mondiale. Beaucoup se sont rapidement demandés si cette flambée des prix ne signait pas le début d'un renversement de tendance pour des gouvernements et des consommateurs qui s'étaient habitués à une baisse continue du prix des produits alimentaires au cours des dernières décennies; et la fin de l'ère de la nourriture bon marché, ce qui serait un évènement d'une portée historique considérable [Barling et al, 2008]. Pourtant, une telle hausse des prix alimentaires, pour brutale, généralisée et peu anticipée qu'elle ait été, n'est pas un phénomène inédit. Ainsi, en 2008 le pic des prix des produits alimentaires est resté inférieur à celui qui avait été observé en 1973 lors du premier «choc pétrolier», et ceci à la différence du prix de l'énergie, des minerais et des engrais. Les premiers débats sur la nature et sur les causes de la crise se sont vite transformés en champ de bataille idéologique entre ceux qui estimaient que la crise était due à une insuffisance de libéralisation et d'ouverture des marchés, et ceux pour lesquels l'idéologie «marché», dominante dans les institutions internationales et nationales, constituait le problème. En réalité, on sait maintenant que la flambée des prix alimentaires a résulté de la combinaison d'un grand nombre de causes, parfois indépendantes, parmi lesquelles on peut citer principalement :

- des récoltes compromises à cause du changement climatique (par exemple en Australie);
- des stocks de céréales très bas (succession de mauvaises récoltes);
- l'accroissement de la population mondiale (donc de la demande);
- l'augmentation de la consommation de viande (donc de la demande de grains, maïs et soja notamment);
- l'augmentation du prix du pétrole (donc, par exemple du prix des transports);

- l'essor de la production d'agrocarburants (à la place de productions alimentaires, maïs notamment);
- des distorsions des marchés (par exemple subventions à l'agriculture);
- la spéculation financière à la hausse sur les matières premières (qui a contribué à amplifier la hausse des prix).

Au-delà de ces causes immédiates, c'est la négligence des politiques publiques et des bailleurs internationaux de l'aide au développement à l'égard de l'agriculture qui constitue la toile de fond de la crise, et qui a été unanimement dénoncée. «Les gouvernements ont sous-évalué la nécessité d'investir dans l'agriculture» déclarait par exemple le Secrétaire Général des Nations Unies en juin 2008 lors du sommet de Rome sur la crise alimentaire. Cette négligence n'est pas récente; elle remonte au début des années 1980 avec la crise de la dette, et les politiques qui ont été mises en œuvre à l'échelle mondiale à partir de cette période.

Aujourd'hui tout le monde s'accorde cependant pour dire qu'en 2008 il n'y a eu ni rupture majeure de l'offre alimentaire, ni pénurie généralisée d'aliments. La crise a été avant tout une crise d'accès économique à l'alimentation pour de nombreuses populations; elle a surtout révélé la grande vulnérabilité de la sécurité alimentaire de nombreux pays et leur dépendance vis-à-vis des importations alimentaires. Mais le passage de la crise à l'arène médiatique internationale s'est traduit par deux glissements sémantiques majeurs : (i) Les nombreuses manifestations de 2007-2008, très visibles car situées au cœur des grandes villes, ont été très vite qualifiées «d'émeutes de la faim», comme si la faim en constituait la causalité unique, alors qu'elles étaient d'abord des protestations contre la vie chère et un pouvoir d'achat devenu insuffisant. Il convient d'ailleurs de rappeler qu'elles intervenaient après plus d'une décennie de stagnation puis d'augmentation du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde en développement [FAO, 2006]. (ii) Alors que le problème était un problème d'accès économique aux aliments, l'accent a surtout été mis sur le risque de manque de denrées alimentaires et sur le spectre d'une famine à l'échelle mondiale, comme si le manque de production avait été la cause principale de la flambée des prix. De fait, les débats ont été largement centrés sur le rapport entre la production agricole et le nombre de bouches à nourrir, question récurrente depuis Malthus jusqu'à nos jours, alors que ce n'était pas la question immédiate qui se posait.

L'impact potentiel de la crise a surtout été évoqué en termes de nombre de personnes sous-alimentées globalement; en l'occurrence il s'agit de

la sous-alimentation chronique en énergie (calories alimentaires) estimée chaque année par la FAO sur la base des bilans nationaux des disponibilités alimentaires, et que les médias qualifient en général de «Faim dans le Monde». La FAO a ainsi considéré que les prix élevés des aliments ont contribué à augmenter de 75 millions le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde (dont 40 millions en Afrique) entre 2003-2005 et 2007. Mais curieusement, les conséquences nutritionnelles ont été peu évoquées alors qu'elles constituent un des tout premiers risques en termes de développement humain, y compris pour les générations futures. Les glissements sémantiques analysés précédemment ne sont pas étrangers à la relative invisibilité de ces conséquences au cours de la crise.

Une dégradation nutritionnelle annoncée

La crise s'est particulièrement fait ressentir dans les pays dont la sécurité alimentaire est très dépendante des importations ; ce sont le plus souvent des pays à faible revenu et à déficit vivrier (44 en Afrique, 25 en Asie et 13 dans le reste du monde), et dans ces pays les groupes de population constitués par les urbains pauvres et les ruraux acheteurs d'aliments sont les plus touchés. En effet, il faut rappeler que si dans les sociétés riches les dépenses consacrées à l'alimentation ne représentent que 10 à 20 pour cent du budget des ménages, elles peuvent s'élever jusqu'à 50 pour cent, et parfois plus, dans les sociétés pauvres. On comprend dès lors que la moindre variation de prix peut y entraîner des conséquences dramatiques. C'est le cas s'agissant de la nutrition et de la santé des groupes biologiquement les plus vulnérables, c'est-à-dire les femmes et les jeunes enfants.

Les leçons des crises économiques passées, et des programmes d'ajustement structurels qui y ont été associés, montrent que la dégradation de l'alimentation des femmes et des jeunes enfants et l'augmentation des malnutritions chez ces groupes constituent le risque principal : cela a été le cas lors de la crise économique et du premier programme d'ajustement structurel au Congo entre 1986 et 1991 [Delpeuch et al, 1994; Cornu et al, 1995]; après la dévaluation monétaire du franc CFA en 1994 dans plusieurs pays africains [Delpeuch et al, 1996, Martin-Prével et al, 2000, Fouéré et al, 2000]; pendant la crise financière de 1997-1998 en Indonésie [Block et al, 2004], au cours de la flambée des prix du maïs en Zambie en 2001-2002 [Gitau et al, 2005]. Pourtant, peu de voix se sont élevées en 2008 pour dire que les enjeux nutritionnels avaient été insuffisamment pris en compte, et en général c'est seulement la malnutrition aiguë sévère qui a été

mise en avant [Danel et al, 2008]. Or, si cette forme de malnutrition (une fonte de la masse musculaire et de la masse grasse se traduisant par un faible poids par rapport à la taille) est très visible (maigreurs souvent extrêmes) et la plus connue, car très fréquente dans les situations d'urgence relayées par les grands médias, ce n'est pas la seule concernée : l'augmentation de la pauvreté conduit aussi à une augmentation des retards de croissance (caractérisés par une faible taille par rapport à l'âge) qui sont moins connus mais constituent la première forme de malnutrition dans le monde en développement avec 178 millions d'enfants touchés [Black et al, 2008]. Ainsi, la prévalence des retards de croissance avait fortement augmenté dans les années 1980-1990 en Côte d'Ivoire, en parallèle de l'augmentation de la pauvreté alors que la prévalence des malnutritions aiguës était restée stable.

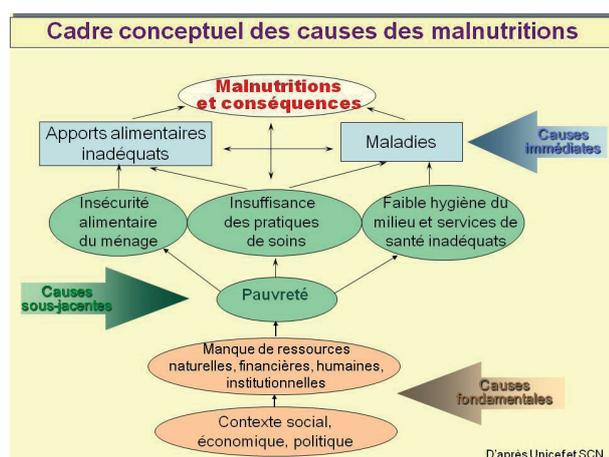
Des conséquences à court et moyen termes mais aussi pour les générations futures

Les conséquences des malnutritions chez les jeunes enfants sont graves [Victora et al, 2008] : à court terme toutes les formes de malnutrition tuent; selon les analyses elles sont à l'origine de 35 à 55% des 9,7 millions de décès annuels d'enfants de moins de 5 ans dans le monde. Les survivants subissent des effets qui sont irréversibles après l'âge de 2 ans, et qui ont un coût humain, social et économique énorme; par exemple à moyen terme une diminution des capacités physiques, un développement cognitif amoindri et des capacités d'apprentissage altérées. A plus long terme, les malnutritions entraînent à l'âge adulte une productivité plus faible et une susceptibilité accrue à l'obésité et aux maladies chroniques associées; elles ont également des effets d'une génération à l'autre. Cela représente une perte considérable de capital humain et économique (10% des gains sur une vie, et 1 à 3% de perte de PIB pour un pays). Ainsi, on considère aujourd'hui que la taille à 2 ans est le meilleur prédicteur du capital humain.

Les mécanismes de l'impact nutritionnel de la crise La causalité des malnutritions est complexe (Figure 1): ce n'est pas seulement un manque ou un excès de nourriture, mais une intrication de causes alimentaires et non-alimentaires. Ce ne sont pas seulement des causes immédiates comme une alimentation inadéquate et/ou une maladie infectieuse, mais aussi des causes sous-jacentes et fondamentales dans la société ; c'est l'environnement au sens le plus large qui est concerné, avec un ensemble de facteurs économiques, sociaux et culturels souvent liés à la pauvreté. Cependant, une des causes principales

des malnutritions, et en particulier des retards de croissance, est une alimentation de qualité nutritionnelle insuffisante (notamment une faible densité en divers micronutriments) chez les femmes en âge de procréer et chez les jeunes enfants. Or la qualité nutritionnelle de l'alimentation dépend étroitement du niveau économique des ménages, notamment à travers la diversité des aliments consommés [Black et al, 2008].

Figure 1



En 2008, la montée des prix a contraint de nombreux ménages, et surtout les plus pauvres, non seulement à restreindre globalement leur alimentation (par exemple diminution des repas et/ou des quantités consommées), mais encore à acheter des aliments de moins bonne qualité nutritionnelle (Figure 2). Ainsi, au Burkina Faso la diversité alimentaire en milieu urbain a diminué avec la crise alimentaire [Becquey & Martin-Prével, 2008]; en une année (entre juin 2007 et juillet 2008), le pourcentage de consommateurs a baissé de 25% pour les viandes et volailles, 32% pour les légumes riches en vitamine A, 31% pour les fruits, 21% pour les produits laitiers, 15% pour les oléagineux, alors qu'il est resté stable pour les céréales qui sont les aliments de base, et qu'il a augmenté pour les racines et tubercules. La qualité de l'alimentation s'est nettement dégradée; or on sait que même de faibles variations de cette qualité peuvent conduire à une augmentation des malnutritions de toute nature, ceci bien avant qu'il y ait pénurie alimentaire, et que les dégâts sont irréversibles quand ces malnutritions se situent pendant la vie fœtale et/ou avant 2 ans.

Ajoutons que la diminution du pouvoir d'achat peut également conduire à une dégradation de la situation nutritionnelle des jeunes enfants en touchant d'autres déterminants sous-jacents des malnutritions, par exemple à travers la diminution de la fréquentation des centres de santé [Martin-Prével et al, 2001].

Figure 2



La crise dans un contexte de double charge de malnutritions

Selon la Banque mondiale, la flambée des prix aurait accru de 44 millions le nombre d'enfants ayant des dommages physiques et cognitifs définitifs dus aux malnutritions [The World Bank, 2009]. Pour autant, les malnutritions de toute nature sont présentes massivement en «situation ordinaire», et avant la crise près d'une personne sur deux dans le monde était atteinte d'une malnutrition qu'elle soit par carence ou par excès.

La réalité nutritionnelle mondiale est caractérisée de fait par la coexistence de problèmes nutritionnel de type carenciel, persistants malgré les efforts et certains progrès (malnutritions maternelle et du jeune enfant, carences en micronutriments) et de problèmes nutritionnels par excès, en augmentation rapide et touchant des âges de plus en plus précoces (surpoids/obésité et maladies chroniques associées tels que le diabète de type 2, des maladies cérébro- et cardio-vasculaires et certains cancers) (Figure 3). Ainsi, deux générations avant il n'y avait quasiment pas d'obésité dans les pays en développement (PED), mais en 2005, 200 millions d'adultes étaient obèses dans ces pays, soit autant que d'adultes en insuffisance pondérale, et au total ce sont 800 millions de personnes qui sont aujourd'hui en surpoids dans les PED. Ce n'est donc plus seulement une maladie de pays riches, ni même de riches dans les PED. Si les tendances actuelles se poursuivent, le monde en développement comptera 2,6 milliards de personnes en surpoids et/ou obèses en 2030, soit près de 80% des cas au niveau mondial [Kelly, 2008]. Cette double charge de malnutritions est en lien direct avec des changements dans l'alimentation et les modes de vie qui sont connus sous le nom de transition alimentaire et nutritionnelle. Elle se rencontre aussi

dans la même famille avec, par exemple, un enfant souffrant d'un retard de croissance et sa mère d'un surpoids; le pourcentage de ménages dans cette situation varie selon les pays, mais il peut être très élevé, comme en Egypte où 50 % des enfants de moins de 5 ans retardés en taille ont une mère en surpoids. La double charge peut toucher enfin une même personne avec, par exemple, la coexistence d'une carence en fer et d'une obésité.

La question se pose de savoir si la crise alimentaire et la crise économique qui s'est rajoutée depuis 2008 sont de nature à infléchir la transition alimentaire. Paradoxalement, la crise pourrait, dans certaines situations, augmenter en même temps la prévalence de surpoids / obésités (par exemple avec l'augmentation de l'alimentation rapide qui fournit des aliments à haute densité énergétique peu chers) et les prévalences de carences en micronutriments et de retards de croissance chez les jeunes enfants (avec la diminution de la consommation d'aliments riches en micronutriments, en général plus chers). De plus, il est peu probable que le contexte dans lequel se développe la transition alimentaire change de manière majeure dans un terme prévisible; car aucun des grands éléments de ce contexte ne semble pour l'instant remis en cause :

- Urbanisation marquée (changement social : modification des habitudes alimentaires, essor de la consommation hors domicile);
- Industrialisation de l'alimentation (changements techniques : produits manufacturés riches en gras, sucres et sel, qui répondent à une attirance séculaire pour ces ingrédients);
- Essor de la grande distribution dans les PED;
- Marketing des firmes mondiales (transfert de goûts; la transition est aussi culturelle). Tous les maillons de la chaîne alimentaire sont touchés, de la production jusqu'à la consommation.

Figure 3

La réalité nutritionnelle mondiale avant la crise	
Des problèmes persistants malgré les efforts et les progrès	
Sous-nutrition maternelle (faible IMC)	10 – 40%
Retard de croissance intra-utérin (Petit Poids de Naissance)	13 millions/an
Retard de croissance (0-5 ans) (faible taille pour l'âge)	178 millions (1 sur 3)
Emaciation / maigreur (0-5 ans) (faible poids pour taille)	55 millions (10%) dont formes sévères 19 millions
Anémie due à une carence en fer (0-5 ans, femmes)	40-50%
Autres carences en micronutriments (Vit. A, Zn,...)	
Des problèmes en augmentation rapide, de + en + précoces	
Surpoids/Obésité 1,3 milliard (1 adulte sur 3) dont 400 millions d'obésés (et maladies chroniques associées) plus seulement un problème de pays riches	

Source: Lancet series 2008 – Kelly et al 2008

Que faire ?

Au cours de la crise alimentaire de 2008, l'accent a surtout été mis sur la nécessité de relancer la production agricole; mais aujourd'hui le monde est confronté à une crise économique de grande ampleur, et la Banque Mondiale a d'ores et déjà estimé que 1,4 à 2,8 millions de décès d'enfants de moins de 5 ans pourraient s'ajouter d'ici 2015; et c'est sans compter sur le fait que la mortalité n'est pas le seul danger. Des centaines de millions d'enfants pourraient être touchés par les conséquences irréversibles des malnutritions qui ont été décrites plus haut. Le monde risque de s'éloigner encore un peu plus du premier 'Objectif du Millénaire pour le Développement' qui était précisément de réduire de moitié la malnutrition d'ici 2015. Protéger les femmes et les enfants de la malnutrition permettrait d'éviter des handicaps physiques et intellectuels chez les générations futures. Plus globalement encore, l'enjeu en termes de développement durable est de réduire à court terme la sous-alimentation et les malnutritions carenciales, tout en limitant dès maintenant la montée du surpoids, de l'obésité et des maladies chroniques associées; ceci du fait de la plus grande sensibilité des populations des pays pauvres à ces maladies. De ce point de vue, on ne peut se contenter de produire plus d'aliments. La Banque Mondiale elle-même reconnaissait en 2007 que «l'augmentation de la production agricole ne peut à elle seule résoudre les problèmes de malnutrition, ni même de sous-alimentation» [The World Bank, 2007].

S'agissant des femmes et des jeunes enfants, la plupart des malnutritions ne viennent d'ailleurs pas d'une pénurie absolue d'aliments, mais d'un manque de moyens pour se procurer des aliments, en particulier des aliments de bonne qualité nutritionnelle (par exemple un peu de produits d'origine animale pour la croissance des jeunes enfants). Aider les familles à diversifier l'alimentation des femmes et de leurs enfants constitue probablement une des meilleures réponses possibles; l'aide sociale sous forme de transferts conditionnels en espèces a ainsi connu un succès certain pour faire reculer le retard de croissance dans plusieurs pays d'Amérique Latine, en particulier lorsqu'elle a été dirigée vers les femmes. Ces transferts ont également des effets positifs sur l'accès aux services d'éducation et de santé. Dans les pays à faible revenu, la question des moyens pour mettre à l'échelle nationale ce type de programmes reste néanmoins posée [Harper et al, 2009]. Plus généralement, l'amélioration de la nutrition des femmes et des jeunes enfants devrait être une priorité en raison de son rôle central dans le développement humain, social et économique. Il

faut réaffirmer ici qu'il n'y a pas de solution miracle ni de «balle magique» (les «armes miracles» contre la faim sont d'ailleurs une partie du problème, pas une partie de la solution). En revanche, nous disposons d'interventions spécifiques dont l'efficacité a été prouvée; elles devraient être menées à grande échelle [Bhutta et al, 2008]. Certaines ont un grand potentiel pour réduire la charge de morbidité et de mortalité et prévenir les retards de croissance :

- Conseils en allaitement maternel;
- Supplé-mentation et enrichissement en Vitamine A, zinc et fer;
- Amélioration de l'alimentation de complément à travers du conseil nutritionnel et des programmes de transferts conditionnels en espèces, complétés par de l'aide alimentaire pour les populations en insécurité alimentaire.

La fenêtre d'opportunité va de la période de la grossesse jusqu'à l'âge de 2 ans. Cela suppose néanmoins un effort financier considérable. Pour ne prendre que l'exemple des programmes de nutrition, ceux-ci ne reçoivent annuellement que 300 millions de dollars pour l'ensemble des 20 pays qui rassemblent 80% des enfants souffrant d'un retard de croissance dans le monde. Ce chiffre a été comparé aux 5,7 milliards de dollars qui représentent la contribution des donateurs pour les fonds VIH/SIDA dans les mêmes pays [The Lancet, 2008]. On estime qu'il faudrait 1 à 1,5 milliards de dollars d'investissement annuel en nutrition de base au lieu des 300 millions actuels.

Il est également indispensable de rappeler que les problèmes nutritionnels étant multi-factoriels, les réponses ne peuvent être que multisectorielles. En plus des actions spécifiques de nutrition, l'élimination du retard de taille sur le long terme nécessite des investissements et des politiques au niveau des déterminants sous-jacents et fondamentaux des malnutritions (Figure 1) :

- Renforcement de la sécurité alimentaire;
- Amélioration de l'éducation et du statut des femmes;
- Accès à des soins de santé primaires de qualité;
- Réduction de la pauvreté. Les interventions spécifiques évoquées plus haut n'ont d'ailleurs de sens que dans la durée, et si elles sont combinées à des actions sur ces causes sous-jacents et fondamentales. Des paquets intégrés devraient être privilégiés [Ruel, 2008]. En particulier, dans les difficultés économiques actuelles, tout ce qui peut prévenir ou atténuer la précarité des conditions de vie et des moyens d'existence des ménages dans les pays les plus fragiles est une nécessité absolue pour prévenir une nouvelle crise mais aussi pour le succès des actions directes de nutrition.

Vers des politiques de nutrition publique

Tout indique aujourd'hui que le système alimentaire mondial est à un carrefour [Delpeuch, 2007]. Ce n'est pas seulement d'une nouvelle révolution agricole dont le monde a besoin, même s'il faudra produire plus pour nourrir les 50% de bouches supplémentaires qui s'annoncent à l'horizon 2050, en particulier en Afrique. Dans le domaine de la sécurité alimentaire, la priorité affichée en 2008, à la fois par l'IAASTD (Evaluation internationale des connaissances, des sciences et des technologies agricoles pour le développement) et par la «Task force» des Nations Unies sur la crise alimentaire, est de réinvestir dans l'agriculture vivrière de subsistance, de soutenir les petits producteurs, et de promouvoir des politiques agricoles basées sur la biodiversité locale. Il s'agit tout à la fois de réduire la dépendance; d'assurer la qualité de l'alimentation (par la diversité), de limiter la dérive des habitudes alimentaires (comme cela a été fait, par exemple, au Japon et en Corée du Sud), et de construire une résilience à long terme des systèmes alimentaires.

Toutefois, s'agissant des problèmes nutritionnels, un premier défi est que le «Partenariat Mondial sur l'alimentation et l'agriculture» issu de la crise de 2008 prenne en compte la sécurité nutritionnelle et pas seulement la sécurité alimentaire. Le deuxième défi concerne les gouvernements, et porte sur la mise en œuvre de politiques nutritionnelles intégrées qui combinent des actions sur les causes directes des malnutritions et des actions sur les causes sous-jacents qui soient appropriées aux conditions locales et aux besoins des populations. Elles doivent concilier la promotion de la sécurité alimentaire et la prévention des malnutritions de toute nature (par carences comme par excès) avec la durabilité des systèmes alimentaires, en remplaçant l'accès à l'alimentation, le bien être nutritionnel et la protection de l'environnement au centre des modes de vie, de production et de consommation.

Des stratégies et politiques publiques de nutrition efficaces, et finalement assez peu coûteuses au regard des enjeux, sont possibles [Le Bihan et al, 2002]. Leur mise en œuvre est aussi un impératif moral qui s'inscrit dans le respect du droit à une alimentation adéquate [Le Bihan et Delpeuch 2005] et de la convention des Nations Unies sur les droits de l'enfant dont 2009 marque le 20^{ème} anniversaire.

Bibliographie

- Barling D., Lang T., Sharpe R., (2008), The root of the problem, *RSA Journal*, Spring issue, 24-29.
- Becquey E., Martin-Prével Y., (2008), Mesure de la vulnérabilité alimentaire en milieu sahélien : résultats de l'étude de Ouagadougou, *CILSS, Ouagadougou*.
- Bhutta ZA., Ahmed T., Black RE., Cousens S., Dewey K., Giugliani E., Haider BA., Kirkwood B., Morris SS., Sachdev HP., Shekar M., Maternal and Child Undernutrition Study Group, (2008), What works Interventions for maternal and child undernutrition and survival. *The Lancet*, 371(9610):417-440.
- Black RE., Allen LH., Bhutta ZA., Caulfield LE., de Onis M., Ezzati M., Mathers C., Rivera J., Maternal and Child Undernutrition Study Group, (2008), Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences, *The Lancet*, 371(9608):243-260.
- Block SA., Kiess L., Webb P., Kosen S., Moench-Pfanner R., Bloem MW., Timmer CP., (2004), Macro shocks and micro outcomes: child nutrition during Indonesia's crisis, *Economics and human biology*, 2(1):21-44.
- Cornu A., Massamba JP., Traissac P., Simondon F., Villeneuve P., Delpeuch F., (1995), Nutritional change and economic crisis in an urban Congolese community, *International Journal of Epidemiology*, 24(1):155-164.
- Danel F., Huet Y., Levêque P., (2008), Eradiquer la malnutrition, *Le Monde*, 24 septembre 2008:17.
- Delpeuch F., Cornu A., Massamba JP., Traissac P., Maire B., (1994), Is body mass index sensitively related to socio-economic status and to economic adjustment? A case study from the Congo, *European Journal of Clinical Nutrition*, 48(suppl 3):S141-147.
- Delpeuch F., Martin-Prével Y., Fouere T., Traissac P., Mbemba F., Ly C., Sy A., Trèche S., Maire B., (1996), Complementary nutrition for the young child following the devaluation of the CFA franc (African Financial Community): 2 case studies in the Congo and Senegal urban environment, *Bulletin of the World Health Organization*, 74(1):67-75.
- Delpeuch F., (2007), Le système alimentaire mondial à un carrefour, *Cahiers Agricultures*, 17(3), 1-3.
- FAO, (2006), L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde en 2006 : Eradiquer la faim dans le monde - Bilan 10 ans après le Sommet mondial de l'alimentation, *FAO, Rome*.
- Fouere T., Maire B., Delpeuch F., Martin-Prével Y., Tchibindat F., Adoua-Oyila G., (2000), Dietary changes in African urban households in response to currency devaluation: foreseeable risks for health and nutrition, *Public Health Nutrition*, 3(3): 293-301.
- Gitau R., Makasa M., Kasonka L., Sinkala M., Chintu C., Tomkins A., Filteau S., (2005), Maternal micronutrient status and decreased growth of Zambian infants born during and after the maize price increases resulting from the southern African drought of 2001-2002, *Public Health Nutrition*, 8(7):837-843.
- Harper C., Jones N., McKay A., Espey J., (2009), Children in times of economic crisis: Past lessons, future policies, *Overseas Development Institute, London*.
- Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J., (2008), Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030, *International Journal of Obesity*, 32(9):1431-1437.
- Le Bihan G., Delpeuch F., Maire B., (2002), Nutrition et politiques publiques : propositions pour une nouvelle approche des enjeux alimentaires, *Ed Charles Léopold Mayer, Paris*.
- Le Bihan G., Delpeuch F., (2005), Assurer le droit à se nourrir pour tous. In : G. Ghersi éd., *Nourrir 9 milliards d'hommes*, ADPF, Paris, pp 128-131.
- Martin-Prevel Y., Delpeuch F., Traissac P., Massamba JP., Adoua-Oyila G., Coudert K., Trèche S., (2000), Deterioration in the nutritional status of young children and their mothers in Brazzaville (Congo) following the devaluation of the CFA franc, *Bulletin of the World Health Organization*, 78(1):108-118.
- Martin-Prevel Y., Traissac P., Delpeuch F., Maire B., (2001), Decreased attendance at routine health activities mediates deterioration in nutritional status of young African children under worsening socioeconomic conditions, *International Journal of Epidemiology*, 30:493-500.
- Ruel MT., (2008), Addressing the underlying determinants of undernutrition: examples of successful integration of nutrition in poverty-reduction and agriculture strategies, *SCN News 2008*, 36:21-29.
- The Lancet, (2008), Series on maternal and child undernutrition, Executive summary, <http://www.globalnutritionseries.org>
- The World Bank, (2007), *From Agriculture to Nutrition. Pathways, Synergies and Outcomes*. The World Bank, Washington, DC.
- The World Bank, (2009), *Global Economic Prospects*, The World Bank, Washington, DC.
- Victora CG., Adair L., Fall C., Hallal PC., Martorell R., Richter L., Sachdev HS., Maternal and Child Undernutrition Study Group, (2008), Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital, *The Lancet*, 371(9609):340-357.

Nutrition et santé au Maroc : De la complexité de la situation à la pluralité de l'action

Sabah Benjelloun, Ph.D.

Professeur de nutrition humaine



Introduction

La crise alimentaire actuelle dans le monde se greffe, dans les pays en voie de développement comme le Maroc, sur une transition alimentaire et nutritionnelle en cours depuis quelques décennies. En effet, de profondes mutations dans le comportement alimentaire et le style de vie de la population marocaine ont été observées. Ces mutations, elles-mêmes le résultat des transitions démographique et économique que connaît le pays, engendrent à leur tour une transition sur le plan nutritionnel et épidémiologique. Il en résulte une nouvelle carte de la situation alimentaire, nutritionnelle et sanitaire où le surpoids, l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires viennent s'ajouter aux maladies de carence.

Face à ces mutations, la caractérisation de la situation alimentaire et nutritionnelle au Maroc s'avère indispensable pour tracer les lignes d'une politique agricole et alimentaire qui répondrait aux impératifs de la sécurité alimentaire tant dans ses dimensions quantitatives que dans ses dimensions qualitatives. L'élargissement de cette politique aux autres secteurs de l'économie permettrait de faire face à l'impératif du redressement de la situation nutritionnelle et épidémiologique.

Cette caractérisation se fera à travers l'examen de l'évolution des divers indicateurs disponibles, particulièrement ceux issus des enquêtes de dépense et de consommation des ménages effectuées par le Haut Commissariat au Plan. Elle sera étayée par l'analyse de l'évolution de l'offre alimentaire industrielle et des commerces alimentaires avant d'être complétée par l'évolution du statut anthropométrique de la population, des prévalences des carences en micronutriments et de l'émergence des maladies de pléthore.

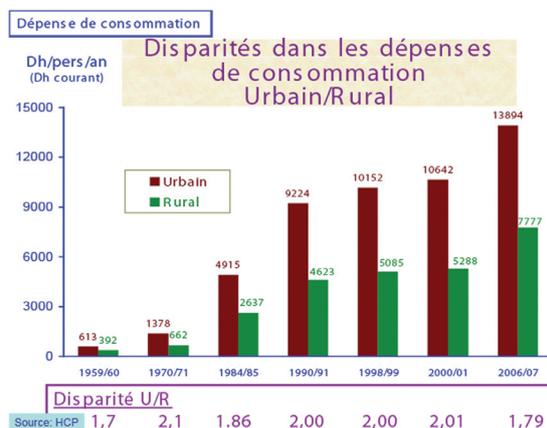
Alimentation

Les dépenses de consommation

Les dépenses de consommation ont augmenté en termes constants de 3 812 Dirhams en 1959 à 8 280

Dirhams en 2001. En 2007, elles se situent à 10 034 Dirhams (dirham 2001), soit un accroissement annuel moyen de 3,2%. Ces figures masquent d'énormes disparités entre les urbains et les ruraux et parmi les classes économiques. En effet, en milieu rural, elles sont seulement de 3 284 Dirhams en 1959 et 7 777 Dirhams en 2007 (Graphique 1). La disparité urbain/rural (rapport des dépenses urbaines sur dépenses rurales) était de 2,1 en 1970, 1,9 en 1985, 2 en 2001 et 1,8 en 2007⁽¹⁾. Cette disparité est le résultat d'une politique de développement nationale inégale qui a favorisé les populations urbaines au dépens des rurales et a engendré des inégalités à tous les niveaux de la vie et en particulier ceux de l'alimentation et de la nutrition⁽¹⁾.

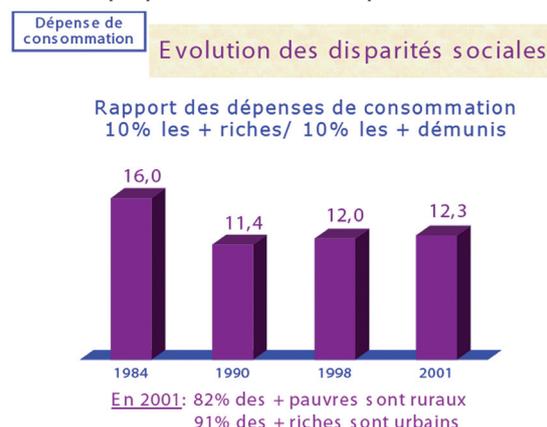
Graphique 1. Evolution de la dépense de consommation par milieu de résidence



Source : Direction de la Statistique, 1959-2007 (2-8)

Par classe de dépense, l'intensité des disparités entre les 10 % les plus riches et les 10 % les plus pauvres a diminué de 31 fois en 1970 et 16 fois en 1985 à 12 fois en 2001 (Graphique 2). Le taux de pauvreté (% avec moins de 2 dollars par jour) a diminué de 16,6 % en 1990 à 7,4 % en 2001 alors que la disparité urbain/rural a augmenté (le taux rural est trois fois celui en milieu urbain); ce chiffre était de 2 fois en 1985, 1,6 en 1971 et 1,4 fois en 1959.

Graphique 2. Evolution des disparités sociales

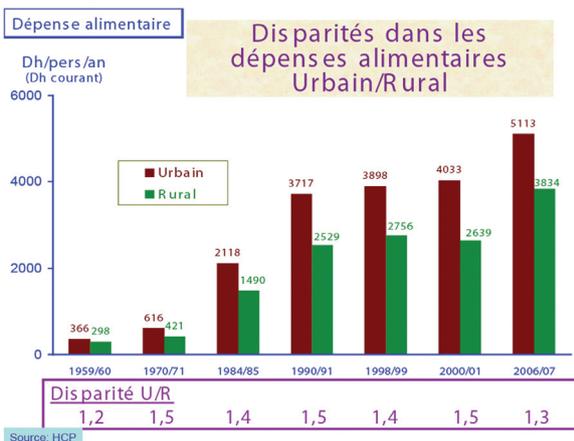


Source : Direction de la Statistique, 2007 (7)

Les dépenses alimentaires

Les dépenses alimentaires ont également augmenté à travers les enquêtes et révèlent une disparité moins importante par milieu de résidence, autour d'une fois et demie (Graphique 3).

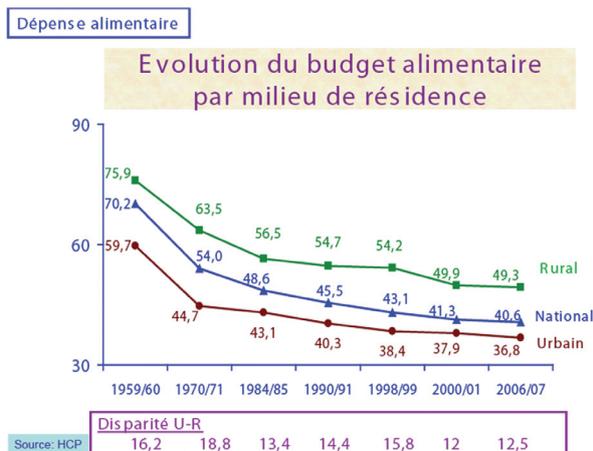
Graphique 3. Evolution de la dépense alimentaire par milieu de résidence



Source : Direction de la Statistique, 1959-2007 (2-8)

Par ailleurs, l'examen des coefficients budgétaires, utilisés généralement comme indicateurs de niveau de vie, montre qu'à l'échelle nationale, le budget réservé à l'alimentation n'est plus que de 41 % en 2007, ce qui représente une baisse sensible par rapport à ses niveaux de 70 % en 1959 et 49 % en 1984 (Graphique 4). Mais les ruraux continuent à réserver la moitié de leurs dépenses de consommation à l'alimentation, comparé à 37 % pour les urbains, soit 13 points de différence, ce qui atteste une fois de plus de la pauvreté prononcée des ruraux.

Graphique 4. Evolution du budget alimentaire par milieu de résidence

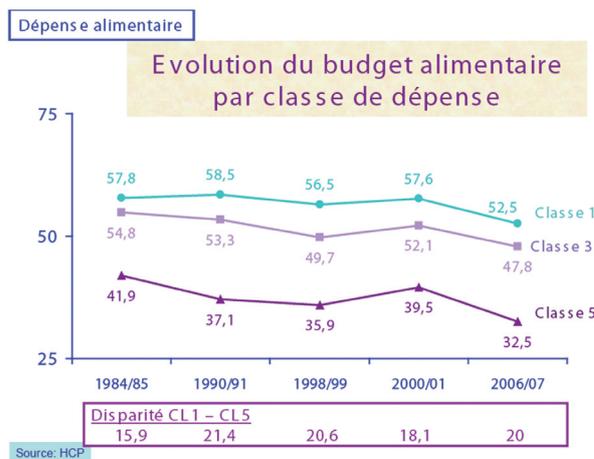


Source : Direction de la Statistique, 1959-2007 (2-8)

Par classe de dépense, le coefficient de budget alimentaire est évidemment le plus élevé chez les 20 % les moins aisés (53 %); il n'est que de 33 % chez

les 20 % les plus aisés (Graphique 5). Ces disparités laissent penser que l'évolution de la demande alimentaire subit leurs effets. Les couches moyennes et aisées de la population urbaine adopteraient un comportement alimentaire qui ferait plus appel aux structures de vente moderne (grandes surfaces) alors que les couches pauvres feraient plus appel aux structures traditionnelles et aux nouvelles structures offrant une alimentation bon marché comme la vente de trottoir, les boulangeries, pâtisseries, rôtisseries, snacks et mahlabas de quartier.

Graphique 5. Evolution du budget alimentaire par classe de dépense



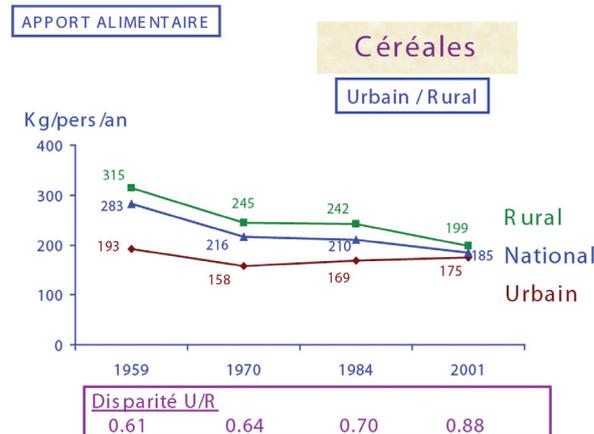
Source : Direction de la Statistique, 1959-2007 (4-8)

La consommation alimentaire

Les céréales

L'examen des données des enquêtes nationales de consommation et des dépenses montre que la consommation moyenne des céréales a diminué à l'échelle nationale et en milieu rural alors qu'elle a augmenté en milieu urbain (Graphique 6).

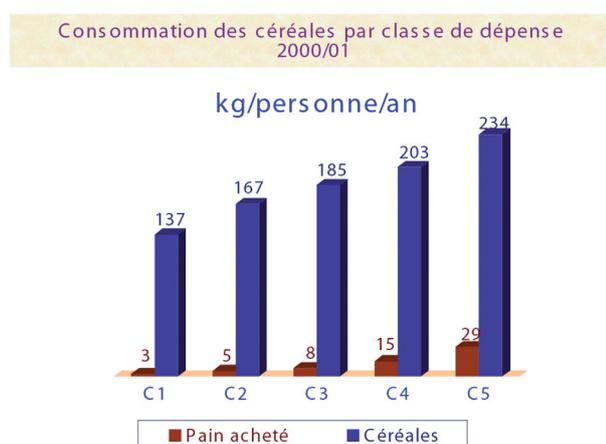
Graphique 6. Evolution du budget alimentaire par classe de dépense



Source : Direction de la Statistique, 1959-2001 (2-4,7)

Ceci paraît en contradiction avec le niveau économique généralement plus élevé en milieu urbain mais confirme la place importante qu'occupent les céréales dans les habitudes alimentaires des Marocains. D'ailleurs, en 2001, la consommation des céréales augmente avec la classe de dépense comme le montre le Graphique 7. Les plus riches achètent dix fois plus de pain que les plus pauvres. Ceci peut être expliqué par le fait que lorsque le revenu augmente, les ménages consomment plus de viande et de légumes ; comme ces produits sont préparés en tagine comprenant une sauce, leur consommation induit une consommation plus importante de pain.

Graphique 7. Consommation des céréales par classe de dépense



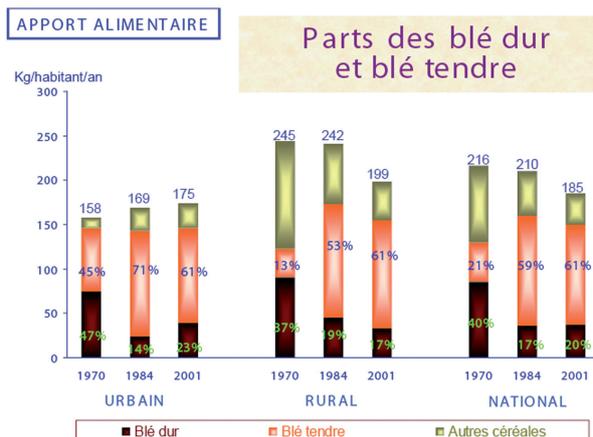
Source : Direction de la Statistique, 2007 (7)

Par ailleurs, il est important d'observer les évolutions respectives des parts du blé dur et du blé tendre dans la consommation des céréales. Cette importance découle de la valeur nutritive du blé dur supérieure à plusieurs égards à celle du blé tendre (9), en particulier, sa teneur plus élevée en protéines (13,68 contre 10,69 g par 100 g de partie comestible), en lipides (2,47 contre 1,99 g par 100 g de partie comestible) et en certains sels minéraux (1,78 contre 1,54 g par 100 g de partie comestible). Ainsi, en milieu urbain, la part du blé dur dans la consommation totale des céréales a d'abord fortement diminué pour passer de 47 % en 1970 à 14 % en 1984 puis a repris pour atteindre 23 % en 2001 (Graphique 8). Par contre, celle du blé tendre a fortement augmenté entre 1970 et 1984 (passant de 45 % à 71 %) pour s'établir à 61 % en 2001.

En milieu rural, le blé tendre a progressivement pris la place et de l'orge et du blé dur, passant de 13 % de la consommation totale de céréales en 1970 à 53 % en 1984 puis à 61 % en 2001. Le blé dur, lui, est passé de 37 % en 1970 à 19 % en 1984 puis 17 % en

2001. L'orge a dégringolé de 38 % en 1970 (92 kg) à 20 % en 1984 (48 kg). Cette part a probablement diminué encore en 2001 mais cette enquête ne rapporte pas de chiffres pour l'orge ; l'ensemble des autres céréales (incluant l'orge) étant passé à 22 % (43 kg), la quantité d'orge consommée ne peut être que plus faible.

Graphique 8. Parts des blé dur et blé tendre dans la consommation des céréales



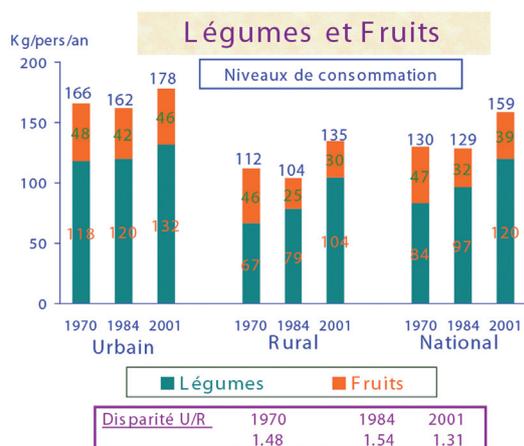
Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Ces changements dans les places relatives des différentes céréales qui reflètent le changement des habitudes alimentaires résultent aussi de la politique agricole pratiquée pendant des décennies. Ainsi, le fait que ça soit la farine nationale de blé tendre qui soit subventionnée par l'Etat et non le blé dur a favorisé la substitution du blé dur par le blé tendre. De même, l'orge qui entraînait traditionnellement, surtout chez les ruraux, dans la constitution du pain et du couscous a été progressivement remplacée par le blé comme résultat de l'évolution générale du niveau de vie, l'orge devenant réservée à l'alimentation du bétail.

Les légumes et les fruits

A l'échelle nationale, la quantité moyenne de légumes consommée est passée de 84 kg/personne/an en 1970 à 120 kg/personne/an en 2001, soit une augmentation d'une fois et demie (Graphique 9). A noter également la disparité urbain/rural pour les trois enquêtes. En moyenne, les urbains consommaient 1,8 fois plus de légumes en 1970, 1,5 fois en 1984 et 1,3 fois plus en 2001. A cette disparité s'ajoute celle relative aux classes de dépense. En 1984, les 10 % les plus riches consommaient deux fois plus de légumes que les 10 % les plus pauvres. En 2001, les 20 % les plus riches consommaient 2,7 fois plus que les 20 % les moins riches, ce qui montre l'élargissement des disparités.

Graphique 9. Consommation des légumes et fruits par milieu de résidence



Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Par contre les quantités consommées de fruits ont fortement diminué à travers les enquêtes dans les deux milieux avec une diminution plus importante en milieu rural. En effet, ce dernier, a vu sa consommation chuter de 45,8 à 30 kg/personne/an soit d'un tiers. La forte diminution étant observée pour les fruits à pépins, l'augmentation des prix de ces fruits peut être à l'origine de cette chute. Cette augmentation décourage les ménages à faible pouvoir d'achat et encourage les ruraux producteurs à vendre leur production diminuant ainsi leur autoconsommation.

La disparité par milieu de résidence s'est accrue puisqu'elle est passée d'une équivalence à une supériorité chez les urbains, d'une fois et demie. Par classe de dépense, la disparité entre les 10 % les plus riches et les 10 % les plus pauvres est passée de cinq à dix fois entre 1984 et 2001.

Les légumineuses

Le niveau de consommation est passée de 5 à 5,6 kg kg/personne/an entre 1970 et 2001, soit à peine 12 % d'augmentation (Tableau 1). Les disparités par milieu de résidence et par classes de dépense sont également observées quoique plus atténuées que pour les légumes.

Tableau 1. Evolution de la consommation des légumineuses kg/personne/an

Année	Urbain	Rural	Ensemble
1970	5,5	4,7	5
1984	6,1	5,5	5,8
2001	6,1	5	5,6

Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Le sucre

Le disponible à la consommation humaine est passé de 27 kg/personne/an en 1966/68 à 34 kg/personne/an en 2001/03, soit une augmentation de 26 % (10). Au

niveau des ménages, les quantités consommées ont plutôt diminué dans les deux milieux de résidence. Vu le niveau jugé élevé de point de vue nutritionnel, cette diminution est considérée positive même si elle est encore limitée (Tableau 2). La discordance entre les deux sources de données (disponibilités et consommation ménage) peut être due au fait que les enquêtes budget-consommation ne tiennent pas compte du sucre consommé hors domicile dont les quantités ont probablement augmenté à travers les décennies, comme ceci sera discuté plus loin.

Tableau 2. Evolution de la consommation du sucre kg/personne/an

Année	Urbain	Rural	Ensemble
1970	26,5	31,2	29,7
1984	25,1	28,5	27
2001	22,8	25,7	24,1

Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

La disparité par milieu de résidence est favorable aux ruraux vue leur consommation connue plus élevée en thé sucré. Cependant, l'ampleur de la disparité n'est pas très grande, les ruraux consommant à peine entre 13 et 18 % de plus que les urbains. D'ailleurs, la disparité par classe de dépense confirme cette limitation puisque les 10 % les plus riches consommaient en 1984 une fois et demie plus que les 10 % les plus pauvres et deux fois en 2001. Les classes aisées tendent à consommer plus de gâteaux et de boissons sucrées.

Il est important de noter que ces chiffres n'englobent pas les quantités de sucre consommées hors domicile et qui ne seraient pas négligeables si l'on considère la fréquentation croissante des cafés, restaurants et divers types de commerces alimentaires dans lesquels les aliments et boissons sucrés occupent une place de choix. Quelques indicateurs de l'évolution de ces commerces seront discutés plus loin dans ce papier.

Les huiles et les corps gras

Les enquêtes ménages révèlent une augmentation du niveau de consommation du total des huiles et corps gras à l'échelle nationale et dans les deux milieux. Cependant, l'huile d'olive et les huiles de graine n'ont pas connu la même tendance (Tableau 3). Ainsi, la consommation d'huile d'olive a diminué à l'échelle nationale de 5 à 3 kg/personne/an entre 1970 et 2001 lorsque celle des autres huiles a augmenté de 5,3 à 12 kg/personne/an. L'évolution n'est pas la même dans les deux milieux de résidence puisque l'huile d'olive a vu sa consommation augmenter parmi les citadins, même si c'est seulement légèrement alors qu'elle a sensiblement diminué parmi les ruraux qui ont vu leur consommation d'huiles de graine fortement augmenter de son faible niveau en 1970 (à peine 3,2 kg/personne/an) à 8,6 kg/personne/an en

1984 et 10,8 kg/personne/an en 2001. Les huiles de graine consommées au Maroc sont à 80% importées sous forme d'huiles brutes de soja.

Cette évolution reflète, en partie, les distorsions résultant des politiques de subvention appliquées aux huiles de graines pendant ces décennies au détriment du produit national qu'était l'huile d'olive. En effet, alors que le prix de l'huile d'olive suit l'évolution du prix du marché, celui de l'huile de graine a pratiquement stagné en raison de la subvention du prix à la consommation. Le prix de vente au consommateur était d'environ 8,4 dirhams alors que le prix de revient était de 13 à 14 dirhams. Ainsi, comme le montre le Graphique 10, la part de l'huile d'olive dans le total des huiles consommées est passée de la moitié en 1970 à à peine le cinquième en 2001 à l'échelle nationale et de deux-tiers à un quart en milieu rural.

Tableau 3. Evolution de la consommation des huiles et corps gras kg/personne/an

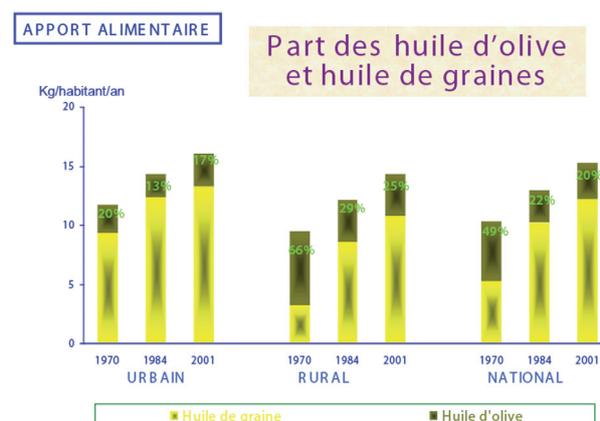
Année	Huiles de graines	Huile d'olive	Total huile	Beurre	Margarine	Autres corps gras	TOTAL huiles et corps gras	
Urbain	1970	9,4	2,3	11,7	4,13	-	0,08	15,91
	1984	12,4	1,9	14,3	1,96	-	0,06	16,32
	2001	13,3	2,8	16,1	2,16	0,92	0,09	19,36
Rural	1970	3,2	6,3	9,5	1,70	-	0,5	11,7
	1984	8,6	3,5	12,1	1,00	-	0,2	13,3
	2001	10,75	3,6	14,3	1,37	0,44	0,1	16,22
Ensemble	1970	5,3	5	10,3	2,50	-	0,3	13,1
	1984	10,2	2,8	13	1,41	-	0,14	14,55
	2001	12,2	3,1	15,3	1,81	0,71	0,1	17,93

Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Cette distorsion a touché l'ensemble des classes de dépense dont la consommation d'huile d'olive est bien inférieure à celle des huiles de graines et ce même parmi les classes aisées malgré leur pouvoir d'achat plus important. Ainsi, dans le quintile supérieur, on consomme en moyenne, 21 litres/personne/an d'huile de graine et seulement moins de six litres d'huile d'olive. Evidemment, globalement les classes de dépense plus aisées ont une consommation plus élevée de toutes les huiles que les classes les moins aisées, étant donné que ces huiles entrent dans les préparations des légumes et des viandes dont la consommation suit la même tendance. En effet, on consomme 2,7 fois plus d'huile de graines et 3,2 fois plus d'huile d'olive parmi les 20% les plus riches que parmi les 20% les plus pauvres.

La consommation du beurre a chuté à l'échelle nationale, de 2,5 kg/personne/an en 1970 à 1,8 kg/personne/an en 2001 après une forte diminution en 1984 (1,4 kg). La même tendance a été observée dans les deux milieux avec une consommation des citadins doublant presque celle des ruraux. Le prix élevé du beurre peut être à l'origine de cette tendance. La comparaison avec les niveaux de consommation de la margarine qui pourrait être utilisée par le consommateur comme aliment de substitution du beurre vu son utilisation similaire dans la cuisine et les repas, n'est pas sans intérêt. En effet, l'enquête de 2001, la seule à avoir rapporté des chiffres (la margarine était faiblement présente sur le marché lors des enquêtes précédentes) donne une consommation moyenne de margarine de 0,71 kg/personne/an à l'échelle nationale (0,92kg en milieu urbain et 0,44kg en milieu rural). Ainsi, ce qu'on observe est une substitution d'une partie du beurre par de la margarine qui est moins chère et ce, dans les deux milieux.

Graphique 10. Parts de l'huile d'olive et des huiles de graines dans la consommation des huiles



Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Le lait et dérivés

La consommation de lait a augmenté de manière soutenue reflétant le développement important qu'a connu le secteur de l'élevage et celui des unités laitières. Cependant, ce développement s'est répercuté de manière inverse sur les populations urbaine et rurale comme montré par les enquêtes ménages successives (Tableau 4). En effet, alors que la consommation moyenne des urbains est passée de 30,5 kg/personne/an en 1970 à 43,5 et 53,1 kg/personne/an en 1984 et 2001 respectivement, celle des ruraux a dégringolé de 27,3 à 20 et 18 kg/personne/an pour les mêmes années. Ces périodes ayant coïncidé avec l'installation des centres de collecte de lait en milieu rural, les producteurs, surtout les petits, ont commencé à vendre l'ensemble de leur

production, n'en laissant ni pour la consommation en lait frais, ni pour la transformation en produits dérivés traditionnels. Ainsi, le petit lait, principal produit dérivé traditionnel, a vu sa consommation chuter de 18 litres (en équivalent lait frais) en 1970 à 7 litres en 1984 et moins de 3 litres en 2001. L'analyse de ces données, plus celles d'autres études nationales et régionales, montre que la population rurale a été affectée négativement par la commercialisation du lait et son acheminement vers les unités industrielles (11-15). Cette situation est aggravée par le fait que le lait pasteurisé n'est pas distribué en milieu rural en raison de sa périssabilité et de l'insuffisance de l'infrastructure en milieu rural (routes, électricité). En fait, la consommation moyenne de lait pasteurisé par les ruraux atteint en 2001 à peine 2 litres par personne et par an (comparé à 30 litres pour les citadins). Si l'on ajoute les autres formes de lait, cette quantité atteint les 15 litres soit à peine 42 millilitres de lait par jour. Les urbains en consomment 124 millilitres, soit trois fois plus.

Tableau 4. Evolution de la consommation du lait et produits laitiers kg/personne/an

		Lait frais non traité	Lait Pasteurisé	Autres laits	Petit lait	Fromage	Total
URBAIN	1970	10,78	9	5,9	1,94	2,9	30,52
	1984	2,99	24,75	9,13	2,9	3,68	43,45
	2001	5,35	30,45	9,31	3,18	4,78	53,07
RURAL	1970	8,37	0,03	1,24	17,65	0	27,29
	1984	8,94	0,88	2,76	7,02	0,64	20,24
	2001	11,24	2,1	1,9	2,83	0,28	18,35
National	1970	9,17	3,01	2,76	12,44	0,96	28,34
	1984	6,37	11,21	5,52	5,24	1,92	30,26
	2001	7,94	17,94	6,05	3,02	2,8	37,75

Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Par ailleurs, il faut noter que la consommation du lait et ses dérivés demeure encore dominée par celles du lait frais qui en constitue 70,5 % (69,4 % en milieu urbain et 74,7 % en milieu rural). En d'autres termes, les dérivés du lait ne trouvent pas encore leur chemin vers les ménages marocains, hormis et à des niveaux très limités les autres formes de lait (lait stérilisé, concentré ou en poudre) chez les urbains et le petit lait chez les ruraux. Les fromages et yaourts ne semblent pas encore à la portée.

De plus, le niveau moyen de consommation de lait et dérivés est considéré encore insuffisant même à l'échelle urbaine si l'on compare à des pays méditerranéens comme l'Espagne ou la Tunisie. La demande en lait et dérivés est appelée à croître dans le futur si l'on prend en considération l'amélioration des infrastructures rurales qui permettront un meilleur accès des ruraux à ces produits.

Il faut rappeler également que les chiffres rapportés ici sont ceux relatifs à 2001. Il est évident que la consommation des dérivés de lait serait plus importante actuellement et sera appelée à augmenter encore plus, eu égard à leur forte disponibilité sur le marché (surtout urbain) et aux nombreuses campagnes publicitaires assez agressives menées par les diverses sociétés de production. En plus, l'enquête n'ayant pas tenu compte des quantités consommées hors domicile, ses chiffres sous-estiment probablement sensiblement les quantités effectivement consommées, surtout dans les cafés et les mahlabas, notamment par les citadins. Par ailleurs, l'instauration de l'horaire continu dans les lieux de travail et dans les écoles peut entraîner l'augmentation de la demande de ces produits dont la nature les rend convenables à cette forme de consommation.

Les œufs

Leur disponible a progressé sensiblement pendant toute la période considérée. Là aussi, le développement du secteur avicole industriel est responsable de ce progrès. Mais à l'instar de la situation du secteur laitier, cet essor a bénéficié plus aux urbains qui ont vu leur consommation passer de 36 unités/personne/an en 1970 à 60 et 90 unités en 1984 et 2001 respectivement. Les ruraux ont eux d'abord amélioré leur apport en passant de 14 unités en 1970 à 41 unités en 1984 puis leur consommation a chuté à 34 unités en 2001 (Tableau 5). Cette diminution est probablement le résultat de la commercialisation accrue des œufs produits en milieu rural en relation avec les besoins en argent des ménages et leur pouvoir d'achat limité.

Tableau 5. Evolution de la consommation des œufs kg/personne/an

	Année	kg	Unité
Urbain	1970	2,16	36
	1984	3,6	60
	2001	5,4	90
Rural	1970	0,84	14
	1984	2,44	41
	2001	2,04	34
National	1970	1,26	21
	1984	2,9	49
	2001	3,9	65

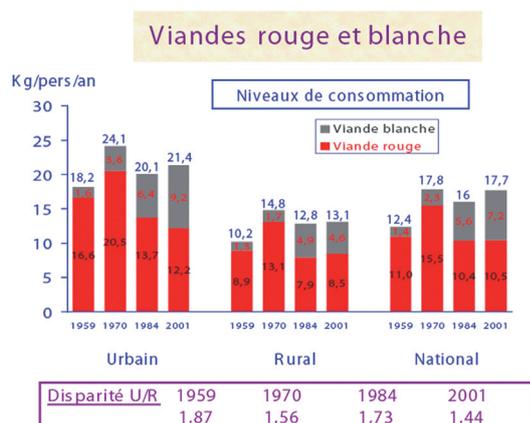
Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

Les viandes rouges et les viandes blanches

Les données des enquêtes ménages rapportent une tendance à la baisse de la consommation des viandes rouges à l'échelle nationale et dans les deux milieux de résidence. Ainsi, la consommation annuelle par personne est passée de 15,5 kg en 1970 à 10,4 kg en 1984 et 10,5 kg en 2001 (Graphique 11). Cette baisse peut être expliquée par la hausse du prix de la viande

rouge et l'augmentation de l'offre de viande blanche relativement moins chère. En effet, pendant la même période, la quantité consommée de poulet est passée de 2,3 kg en 1970 à 5,6 kg et 7,2 kg en 1984 et 2001 respectivement. Cette augmentation est observée dans les deux milieux même si les urbains consomment plus que les ruraux des deux types de viande.

Graphique 11. Consommation des viandes rouge et blanche

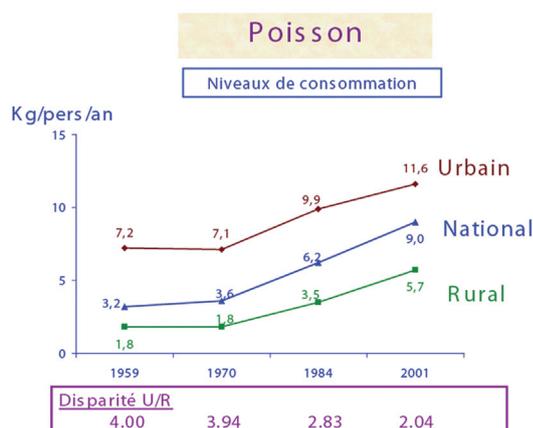


Source : Direction de la Statistique, 1959-2001 (2-4,7)

Les poissons et fruits de mer

Les enquêtes ménages rapportent des niveaux de consommation qui ne dépassent pas encore 10 kg/personne/an à l'échelle nationale en 2001, moins de 12 kg parmi les urbains et moins de 6 kg parmi les ruraux (Graphique 12). Entre 1970 et 2001, ces niveaux ont augmenté sensiblement : 94 % dans l'ensemble (58 % parmi les citadins et 205 % parmi les ruraux). Malgré cela, les niveaux de consommation dans les deux milieux restent très limités et ne reflètent nullement les niveaux de production du pays. En plus, la consommation est fortement dominée par l'espèce la moins chère, à savoir les sardines. En effet, en 2001, elles ont constitué 63 % du total consommé (58 % pour les urbains et 74 % pour les ruraux).

Graphique 12. Consommation du poisson et fruits de mer



Source : Direction de la Statistique, 1959-2001 (2-4,7)

Parmi les facteurs qui limitent cette consommation, on peut en noter trois : le faible pouvoir d'achat, l'accès réduit à ces produits hautement périssables particulièrement en milieu rural qui manque encore grandement d'infrastructure appropriée, mais aussi, les habitudes alimentaires des ruraux qui demeurent réfractaires à ces aliments hautement nutritifs. En effet, une étude réalisée dans la région du Tadla, Beni Mellal et Azilal en 1994 avait montré que les ruraux des régions de montagne ont des attitudes très négatives vis-à-vis du poisson(16). Ces attitudes sont soutenues par de fausses croyances ainsi que par l'état putréfié dans lequel ces produits arrivent souvent dans les souks de montagne en raison de leur transport dans des camions non réfrigérés.

Récapitulatif

Les données présentées et discutées ci-dessus appellent un certain nombre de constats concernant l'évolution du profil alimentaire de la population marocaine. A l'échelle nationale, ce profil demeure basé sur les céréales malgré une certaine diminution de leur consommation. Une diminution soutenue est notée également pour le sucre mais les données étant basées uniquement sur la consommation sans tenir compte de la consommation en dehors du foyer, cette diminution est à prendre avec beaucoup de réserve. En effet, les données des bilans alimentaires(10) montrent que le disponible à la consommation humaine à l'échelle nationale a plutôt augmenté à travers les décennies laissant penser que probablement la prise en compte de la consommation de sucre hors domicile mènerait à un niveau moyen de consommation plus élevé que celui rapporté par les enquêtes budget - consommation.

La consommation des fruits a d'abord diminué entre 1970 et 1984 pour augmenter en 2001 mais sans atteindre leur niveau de 1970. Par contre, celle des légumes a connu une augmentation soutenue à travers les enquêtes. Une augmentation similaire est observée pour les autres groupes de produits alimentaires, à savoir les huiles et corps gras, le lait et produits laitiers, et les viandes, volaille et poisson.

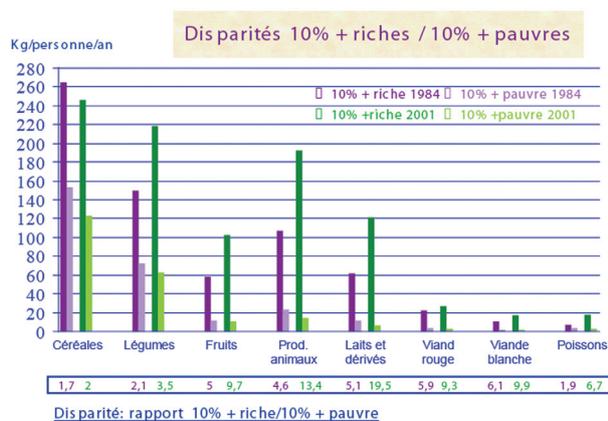
En plus de ce constat d'évolution du profil alimentaire à l'échelle nationale, un autre constat a été fait concernant de profondes disparités (aussi bien dans les niveaux que dans l'évolution) entre milieux de résidence et entre classes de dépense. En effet, un important contraste peut être observé en comparant les deux milieux. A travers les enquêtes, ce contraste a été en faveur des urbains. Le cas le plus manifeste est celui des produits laitiers dont la consommation a simultanément augmenté parmi les citadins et diminué parmi les ruraux. La disparité est exprimée par le rapport du niveau de consommation en milieu

urbain sur celui en milieu rural. Ce rapport n'est en faveur des ruraux que pour le sucre, l'huile d'olive et les céréales. Pour ces dernières, le rapport est passé de 0,6 en 1970 à 0,7 en 1984 et 0,9 en 2001, montrant la convergence entre les deux milieux pour ces produits. Par contre, pour tous les autres groupes alimentaires, le rapport est supérieur à 1 reflétant le niveau socio-économique supérieur des urbains par rapport à celui des ruraux. A noter, cependant, que ces disparités semblent s'atténuer à travers les enquêtes, sauf pour les produits laitiers, les œufs et la volaille.

Ces disparités entre les deux milieux pourraient être expliquées, en partie par les disparités des niveaux socio-économiques des populations urbaine et rurale et en partie par le manque d'infrastructure en milieu rural qui rend l'accès difficile à certains produits alimentaires. Ainsi, les ménages ruraux vendent les produits alimentaires qu'ils produisent et n'ont pas toujours les moyens économiques ni physiques pour leur substituer d'autres produits alimentaires. Le cas du lait et ses dérivés est éloquent et a été discuté plus haut.

Les disparités entre classes de dépense se sont accentuées en ce qui concerne les niveaux de consommation des divers groupes de produits alimentaires. Ainsi, comme il est clair sur le Graphique 13, cette disparité est passée entre 1984 et 2001 de 5 à 10 fois pour les fruits, de 2 à 7 fois pour le poisson et de 4 à 20 fois pour les produits laitiers et de 5 à 13 fois pour l'ensemble des produits animaux.

Graphique 13. Disparités dans la consommation alimentaire entre classes de dépense



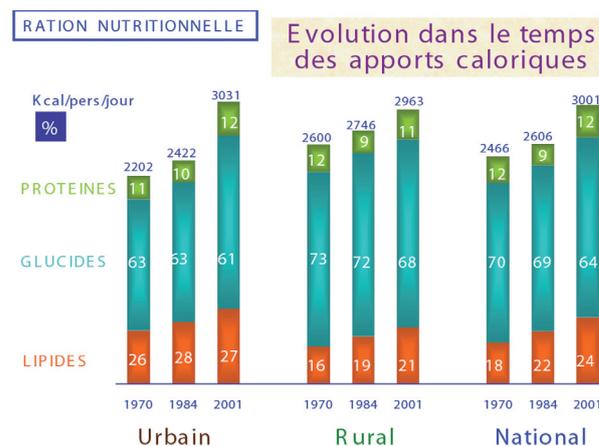
Source : Direction de la Statistique, ENCDM 1984/85, 2000/01

Evolution de la ration nutritionnelle

Le Graphique 14 montre l'évolution des apports caloriques à travers les enquêtes nationales. L'analyse

nutritionnelle des données de la dernière enquête (2000/01) n'ayant pas été réalisée, les chiffres fournis ici constituent une approximation obtenue à travers l'application de la table de composition des aliments utilisée en 1984/85 aux apports en aliments rapportés dans le rapport sur la consommation alimentaire du Haut Commissariat au Plan et téléchargé à partir de son site web(7).

Graphique 14 Evolution des apports caloriques par milieu de résidence



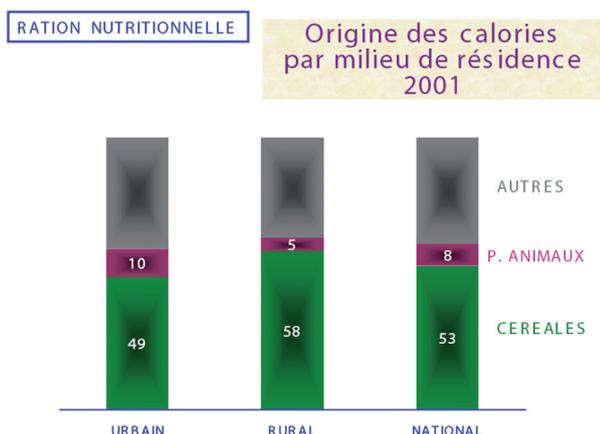
Source : Direction de la Statistique, 1970-2001 (3,4,7)

L'apport calorique total a augmenté de 2466 kcal/personne/jour en 1970 à 3001 kcal/personne/jour en 2001. Des différences significatives se notent entre les deux milieux de résidence. En 1970, les ruraux consommaient plus de calories que les urbains (2600 et 2202 kcal respectivement). En 1984, l'écart se maintient dans le même sens (2746 et 2422 kcals respectivement). En 2001, l'écart s'inverse en faveur des urbains (3031 et 2963 kcal respectivement).

La part des lipides dans l'apport énergétique est considérée comme un indicateur de transition nutritionnelle(17). A l'échelle nationale, elle est passée de 18 % en 1970 à 22 % en 1984 et 24 % en 2001. Ces figures diffèrent par milieu (26 %, 28 % et 27 % pour les citadins et 16 %, 19 % et 21 % pour les ruraux). Ainsi, l'écart entre les deux milieux concernant la structure de l'apport énergétique s'atténue et donne lieu à une certaine convergence. Par exemple, l'écart pour la part des lipides qui était de 10 points de pourcentage en 1970 et 9 points en 1984 n'est plus que de 6 points en 2001. Cette convergence s'explique par la plus grande stagnation observée en milieu urbain, expliquée en partie par la persistance des niveaux de consommation des céréales qui, comme notés plus haut, augmentent d'une enquête à l'autre pour les citadins alors qu'ils diminuent pour les ruraux.

En 2001, l'ensemble des produits animaux ne fournit que 8 % de l'apport énergétique à l'échelle nationale et à peine 5 % en milieu rural (Graphique 15).

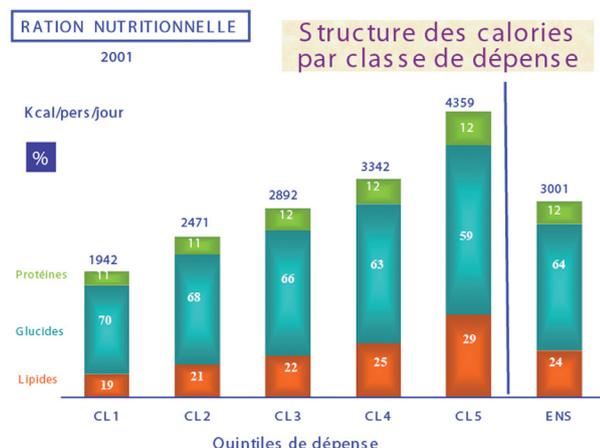
Graphique 15. Origine des apports caloriques par milieu de résidence¹



Source : Direction de la Statistique, ENCDM 2000/01 (7)

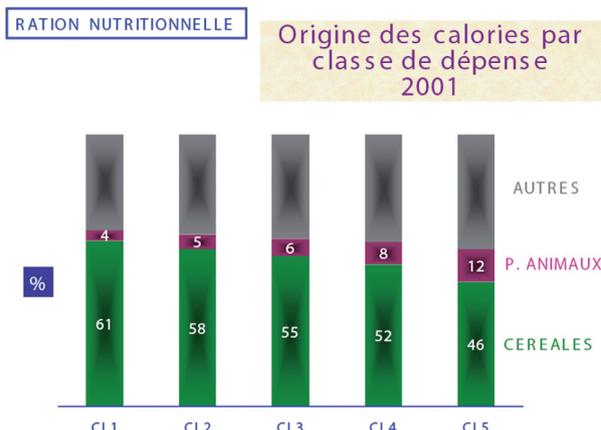
Par classe de dépense, les disparités sont évidemment plus prononcées (Graphique 16). En moyenne, un individu du quintile le plus élevé consomme 4359 kcal par jour, comparé à 1942 kcal pour celui du quintile le plus bas (soit 2,3 fois plus). La part des lipides dans cet apport calorique est de 29 % chez le premier et 19 % chez le dernier. De même, la part des céréales est plus basse chez le premier (44 %) que chez le dernier (59 %). La part des produits animaux atteint 12 % chez le premier et à peine 4 % chez le dernier (Graphique 17)

Graphique 16. Structure de la ration calorique par classe de dépense



Source : Direction de la Statistique, ENCDM 2000/01 (7)

Graphique 17. Origine des apports caloriques par classe de dépense en 2000/01



Source : Direction de la Statistique, ENCDM 2000/01 (7)

Par ailleurs, il n'est pas sans intérêt de comparer la structure calorique au Maroc avec celle des pays en voie de développement et des pays développés.

Le Tableau 6 et le Graphique 18 comparent l'importance des diverses sources de l'énergie alimentaire pour le Maroc et pour les pays développés et les pays en voie de développement. Les chiffres utilisés ont été calculés à partir des données des bilans de disponibilités alimentaires (moyennes des années 2001, 2002 et 2003).

Tableau 6 Origine des disponibilités énergétiques au Maroc, dans les pays développés et dans les pays en voie de développement

Comparaison Maroc, pays développés, pays en voie de développement

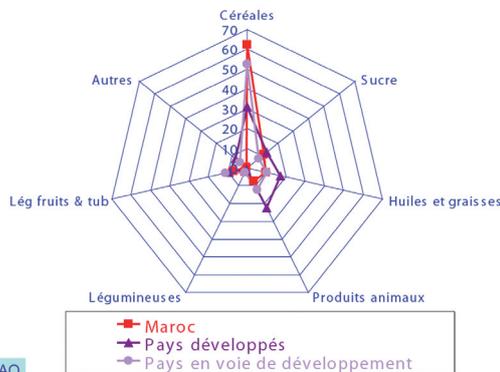
Groupes de produits alimentaires	Origine des calories disponibles		
	Moyenne 2001-2003 (%)		
	Maroc	PD	PVD
Céréales	62	31	52
Sucre	11	13	7
Huiles et graisses	10	17	10
Produits animaux	7	22	12
Légumineuses	2	1	2
Lég, fruits et tubercules	7	9	11
Autres	1	7	5
	100	100	100

Source : FAO
Source : Bilans de disponibilités alimentaires (FAOSTAT, 2007) (18)

¹ Les données pour 2000/01 approximatives sont basées sur une analyse nutritionnelle sommaire des données effectuée par l'auteur.

Graphique 18 Comparaison entre le Maroc et les groupes des pays développés et des pays en voie de développement

Comparaison Maroc, pays développés, pays en voie de développement



Source: FAO

Source : Bilans de disponibilités alimentaires (FAOSTAT, 2007) ⁽¹⁸⁾

Cette comparaison fait ressortir la place de lion qu'occupent les céréales dans les disponibilités énergétiques au Maroc (62%, comparée à 31% pour les pays développés et 52% pour les pays en voie de développement). Cette hégémonie des céréales relègue l'ensemble des autres groupes alimentaires à des taux assez bas. Ainsi, le sucre et les légumineuses ont une contribution (11% et 2%) se situant entre celle dans les pays développés (13% et 1%) et celle dans les pays en voie de développement (7% et 2%); par contre, les produits animaux et le groupe «légumes, fruits et racines et tubercules» ont des contributions bien plus basses que celles dans les pays en voie de développement. Comme discuté plus haut, la consommation des céréales au Maroc, défiant la théorie économique, augmente avec le niveau socio-économique. On peut dire que la spécificité des habitudes culinaires au Maroc qui font que le pain accompagne les tagines en jouant le rôle de la fourchette, constitue un facteur important dans la résistance au changement de son profil alimentaire.

Evolution de l'offre alimentaire industrielle

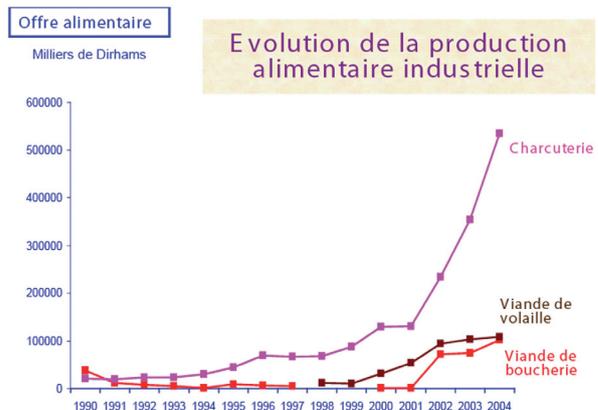
Les données analysées plus haut concernant les niveaux de consommation des différents produits alimentaires ne sont pas suffisantes à elles seules pour caractériser la demande alimentaire. D'une part, ces données ne représentent que les quantités consommées à domicile; or plusieurs indicateurs laissent penser que la consommation hors domicile commence à prendre de l'ampleur. A titre indicatif, la part des dépenses réservées à la consommation hors domicile est passée de 3,7 % en 1984 (4,2 % pour les urbains et 2,1 % pour les ruraux) à 4,7 % en 2001 (5,2 % urbain et 3,7 % rural)(4,7).

D'autre part, ces données se rapportant à l'année 2001, peuvent être regardées comme dépassées surtout si l'on considère la progression rapide que

connaissent les circuits de distribution alimentaire dans le pays. Ainsi, et afin de compléter le tableau de la situation alimentaire, un examen de l'évolution de l'offre alimentaire s'avère nécessaire.

Les niveaux de production des viandes de boucherie et de volaille ont tous les deux connu des augmentations importantes (Graphique 19). Celui de la viande de boucherie est passé d'une valeur de 38 395 milliers de Dirhams en 1990 à 101 962 milliers de Dirhams en 2004, soit 2,7 fois. Celui de la volaille est passé de 11 539 milliers de Dirhams en 1998 à 108 170 milliers de Dirhams en 2004, soit une augmentation de presque dix fois.

Graphique 19 Evolution de la production industrielle des viandes et volailles



Source: MICNT

Source : Ministère du Commerce, de l'Industrie et de Mise à Niveau de l'Economie, 2006 ⁽¹⁹⁾

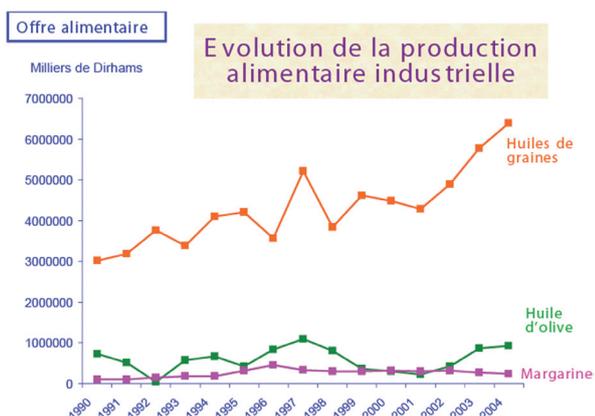
Le développement le plus spectaculaire est celui qu'a connu la production de la charcuterie. En effet, la valeur totale de la production du secteur est passée de 21 281 milliers de Dirhams en 1990 à 535 231 milliers de Dirhams en 2004 soit une augmentation de 25 fois.

Il est à noter que le vrai décollage qu'a connu la production de ces trois produits animaux a été observé à partir de 2001. Ces produits n'étant pas exportés, l'augmentation de leur production serait absorbée par la consommation intérieure, ce qui laisse prédire que d'une part, les niveaux de consommation rapportés par l'enquête ménages de 2001 sous-estimeraient les niveaux actuels et que d'autre part, leur effet sur l'état nutritionnel de la population (surpoids et obésité) est à prévoir.

Les corps gras ont également connu une croissance importante(Graphique20). En particulier, la production des huiles de graine à partir essentiellement d'huile brute de soja importée (80% de la production totale), est passée de 3 024 091 milliers de Dirhams en 1990 à 6 396 916 milliers de Dirhams en 2004 (soit plus

du double). Il est intéressant de noter combien ces huiles l'emportent largement sur l'huile d'olive dont le coût est normalement plus élevé. La valeur de la production de la margarine a d'abord augmenté d'une manière vertigineuse jusqu'en 1996 puis elle a commencé à chuter.

Graphique 20 Evolution de la production industrielle des corps gras

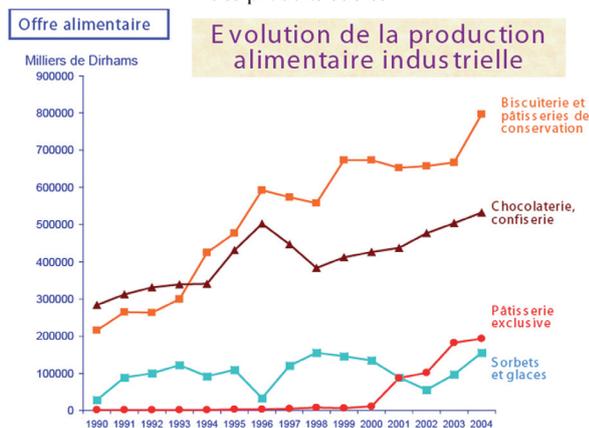


Source: MICNT

Source : Ministère du Commerce, de l'Industrie et de Mise à Niveau de l'Economie, 2006 ⁽¹⁹⁾

Un formidable essor est observé pour la production d'un ensemble de produits sucrés considérés des produits de luxe (Graphique 21) : la production des glaces et sorbets est passée de 29 279 milliers de Dirhams en 1990 à 155 944 milliers de Dirhams en 2004 (soit une croissance de plus de cinq fois), celle de la confiserie et chocolaterie est passée de 283 869 milliers de Dirhams en 1990 à 532 662 milliers de Dirhams en 2004 (presque deux fois); celle de la biscuiterie est passée de 215.374 milliers de Dirhams en 1990 à 796 413 milliers de Dirhams en 2004 (presque quatre fois); celle des limonades est passée de 605 718 milliers de Dirhams en 1990 à 2 170 252 milliers de Dirhams en 2004 (plus de trois fois et demie).

Graphique 21 Evolution de la production industrielle des produits sucrés

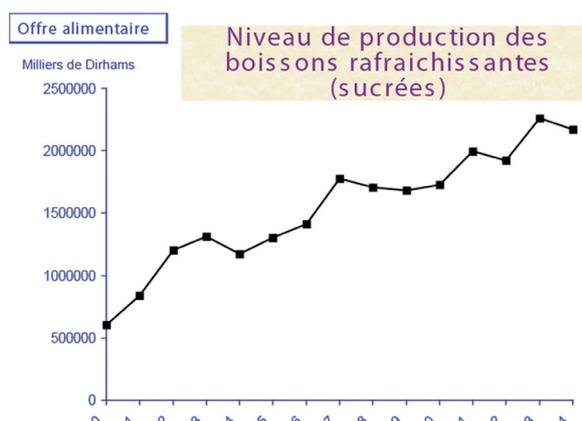


Source: MICNT

Source : Ministère du Commerce, de l'Industrie et de Mise à Niveau de l'Economie, 2006 ⁽¹⁹⁾

Un essor encore plus important est observé pour la production des boissons dites rafraîchissantes (boissons gazeuses, jus et sirops). Leur production a vu sa valeur se multiplier par plus de trois et demi entre 1990 et 2004 (Graphique 22).

Graphique 22 Evolution de la production industrielle des boissons non alcoolisées



Source: MICNT

Source : Ministère du Commerce, de l'Industrie et de Mise à Niveau de l'Economie, 2006 ⁽¹⁹⁾

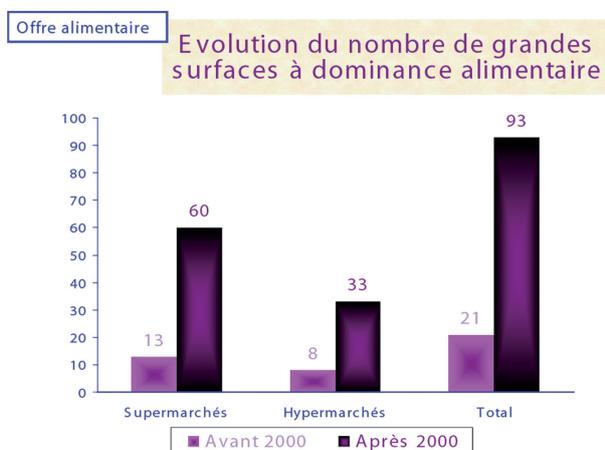
Il est évident que le développement important rapporté ci-dessus de l'offre en certains produits alimentaires ne reflète qu'une partie de l'offre totale puisqu'elle n'inclue pas les produits de contrebande, dont la quantité n'est pas négligeable, surtout pour les produits sucrés et les boissons. Ainsi, il est permis de penser que la consommation des produits dits «pro-obésité» (aliments qui favorisent la prise de poids) connaît en réalité une augmentation bien plus importante que celle reflétée par les enquêtes nationales du Haut Commissariat au Plan. Une autre considération est le fait qu'une partie de la production alimentaire industrielle serait absorbée par la consommation touristique étrangère qui est également en augmentation ces dernières années. Ainsi, on peut dire que, malheureusement, les données disponibles à l'analyse, ne permettent pas de dresser un tableau clair, complet et à jour de la consommation alimentaire actuelle de la population marocaine. Seules des enquêtes approfondies auprès des consommateurs seraient en mesure d'approcher la situation réelle à cet égard. Les données que fourniraient ces enquêtes sont indispensables et pour le diagnostic de la situation actuelle et pour l'évaluation d'éventuels programmes visant son amélioration.

Evolution des circuits de distribution

L'évolution de la demande alimentaire peut être approchée également à travers l'évolution des circuits de distribution des produits alimentaires. Ainsi, on peut noter la progression des grandes

surfaces comme point de vente de plus en plus utilisé par les diverses couches de la population. De 32 unités avant 1998, elles sont passées à 45 en 1998 et 70 en 2001(20). La surface de vente cumulée est ainsi passée de 61 753 m² avant 1998 à 107 929 m² en 2001, soit un taux de croissance de 75 % en quatre ans. Sur les 70 unités, 33 sont des grandes surfaces alimentaires. En 2000, plus de la moitié (54 %) du chiffre d'affaire de l'ensemble de ces surfaces provient de la vente des produits alimentaires. Le Graphique 23 compare les effectifs des grandes surfaces à dominance alimentaire avant et après 2000.

Graphique 23 Les grandes surfaces avant et après 2000

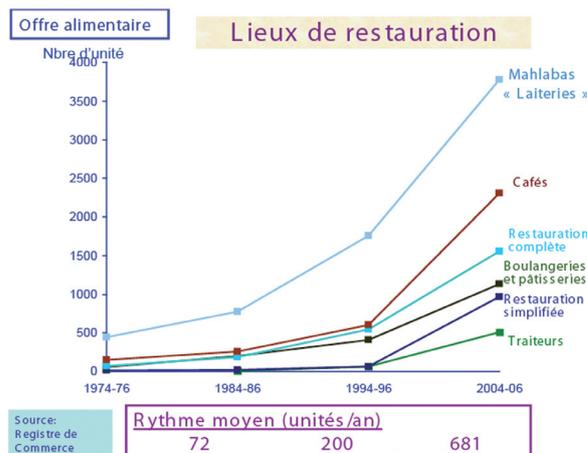


Source : Ministère du Commerce, de l'Industrie et de Mise à Niveau de l'Economie, 2009 (21)

Aujourd'hui, on constate que les supermarchés s'implantent même dans les quartiers populaires offrant une proximité du consommateur dont ne bénéficiaient pas les premières unités qui étaient fréquentées surtout par les classes riches et moyennes. Ainsi, ce système s'impose avec force à la culture marocaine tout en coexistant avec le système commercial traditionnel.

En parallèle, les circuits de distribution classique se sont également accrus (Graphique 24). Ainsi, les mahlabas se sont multipliées à un grand rythme à partir de 1975(22). En effet, de 444 mahlabas en 1974-76, on est passé à 1 190 en 1990 et 3 777 en 2004-06. Le rythme annuel d'augmentation est passé de 21 mahlabas pendant la décennie soixante-dix à 47 puis 124 les deux décennies suivantes et se situe à 221 nouvelles mahlabas chaque année depuis 2000. Les boulangeries-pâtisseries sont passées de 58 en 1974-76 à 1 136 en 2004-06 aux rythmes annuels d'augmentation de 3 nouvelles boulangeries-pâtisseries pour la décennie 70, puis 16, 38 et 86 pour les décennies suivantes.

Graphique 24 Evolution de certains commerces alimentaires



Source : Registre du Commerce (22)

Le secteur des cafés connaît son plus grand essor depuis le début de la décennie actuelle puisque le rythme d'augmentation est passé de 4, 15 et 59 nouveaux cafés par an pour les décennies 70, 80 et 90 à 245 nouveaux cafés par an depuis 2000. La même explosion est observée pour les secteurs de la restauration simplifiée, la restauration complète et les traiteurs - organisateurs de fêtes.

L'énorme essor que connaît le système de distribution alimentaire peut avoir des retombées positives et d'autres négatives pour le consommateur. D'une part, la plus grande disponibilité et diversité de l'offre de produits alimentaires pourrait entraîner la baisse des prix et donc une meilleure accessibilité des couches démunies, aux aliments. D'autre part, en l'absence d'une éducation nutritionnelle, le consommateur pourrait être «noyé» dans la panoplie de produits qui ne sont pas nécessairement sains sur le plan nutritionnel : aliments et boissons riches en sucre et/ou en matière grasse. Ceci va inévitablement entraîner une prise de poids chez des couches encore plus larges de la population donnant lieu à des prévalences toujours plus élevées de surpoids, d'obésité, de diabète, de maladies cardio-vasculaires et même de cancer. Ceci est d'autant plus vrai que la sédentarité de la population ne fait que s'accroître aggravant le phénomène de l'augmentation de l'apport énergétique.

S'il est vrai que cette transition vers la société de consommation a été déjà vécue par les populations des pays industrialisés durant le siècle dernier et a engendré les mêmes problèmes, la gravité de la transition en cours dans les pays en voie de développement comme le Maroc, résulte d'une part, de sa vitesse beaucoup plus élevée comme il a été démontré pour des pays similaires par les spécialistes de la transition(36,37) et d'autre part, du manque d'éducation nutritionnelle et sanitaire

de nos populations, voire de l'analphabétisme, qui fait qu'elles sont totalement désarmées pour faire un choix de comportement alimentaire correct et raisonné.

En effet, la liste des facteurs qui engendrent une consommation alimentaire plus grande mais pas nécessairement nutritionnellement correcte est assez longue. On peut citer :

- L'ouverture proche des marchés qui multiplierait encore plus la diversité des produits offerts sur le marché, au-delà des capacités de choix raisonné du consommateur,
- Le développement rapide de nombreux restaurants qui diversifient les possibilités d'acquisition de plats prêts à la consommation : formule à emporter (au même prix que sur place) et livraison à domicile,
- La publicité agressive subie par le consommateur par divers moyens de media (radio, télévision, affiches, dépliants de supermarchés, etc.) ne fait qu'augmenter sa confusion,
- Le développement du système de crédit à la consommation qui inclue la consommation alimentaire (achat de mouton pour la fête et même les acquisitions régulières d'aliments), ce qui encourage le consommateur à des achats alimentaires plus importants mais pas forcément raisonnés économiquement ni nutritionnellement.

Cette appréhension est d'autant plus justifiée que le niveau d'alphabétisation et d'instruction est encore assez bas parmi la population marocaine, surtout celle vivant en milieu rural et dans les couches défavorisées ; le niveau de connaissance en nutrition et santé est jugé assez faible parmi l'ensemble de la population.

Nutrition et sante

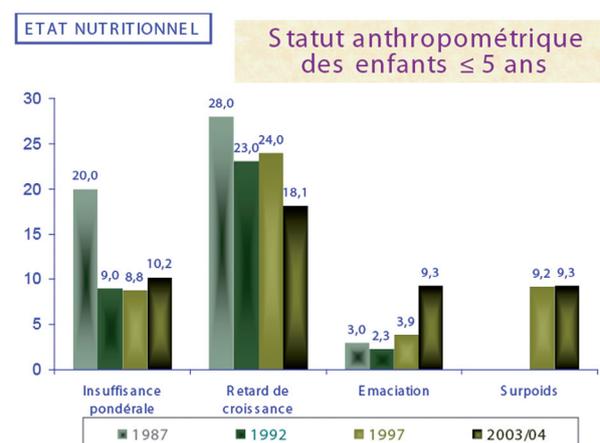
L'état nutritionnel de la population sera évalué à travers l'examen des données sur le statut anthropométrique, le statut en micronutriments et la prévalence des maladies liées à la nutrition. Malheureusement, ces données ne sont pas abondantes pour tous ces aspects ni pour l'ensemble des catégories de la population. Ainsi, on ne dispose de données anthropométriques que pour les enfants de moins de cinq ans et pour les adultes. On ne peut donc rien dire pour les adolescents dont les données anthropométriques n'ont été publiées que lors de l'enquête réalisée par la Direction de la Statistique en 1984/85. Mais la manière dont ces données ont été rapportées dans les publications concernées ne permet pas d'évaluer de manière appropriée le statut anthropométrique de cette catégorie. De plus, le fait que ces données aient plus de vingt ans les rend obsolètes.

Statut anthropométrique des enfants

Le Ministère de la Santé a conduit, entre 1987 et 2003/04, en collaboration avec divers organismes internationaux, quatre grandes enquêtes anthropométriques nationales parmi les enfants de moins de cinq ans. Ces enquêtes ont permis de générer trois indices qui sont : poids-pour-âge, taille-pour-âge et poids-pour-taille. La comparaison de ces indices avec ceux observés dans la population de référence (CDC/NCHA/OMS) permet de caractériser le statut anthropométrique des enfants. On calcule le pourcentage d'enfants dont l'indice en question se situe à plus de 2 déviations standards en dessous de la médiane de la population de référence. L'indice poids-pour-âge permet de déterminer la prévalence de l'insuffisance pondérale, la taille-pour-âge celle du retard de croissance alors que le poids-pour-taille est utilisé pour déterminer la prévalence de l'émaciation et celle du surpoids.

Ces enquêtes montrent qu'alors que le retard de croissance a diminué (28 % en 1987 et 18,1 % en 2003), l'insuffisance pondérale et l'émaciation ont augmenté significativement en 2003 (Graphique 25). L'émaciation est passée de 3 % en 1987, 2,3 % en 1992 et 3,9 % en 1997 à 9,3 % en 2003. Le surpoids n'a été rapporté que par les deux dernières enquêtes et se situe à un peu plus de 9%(25).

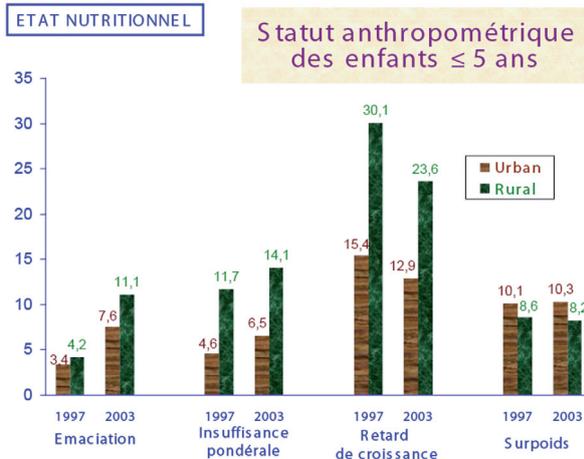
Graphique 25 du statut anthropométrique des enfants de moins de cinq ans



Source : Ministère de la Santé, 2004 (25)

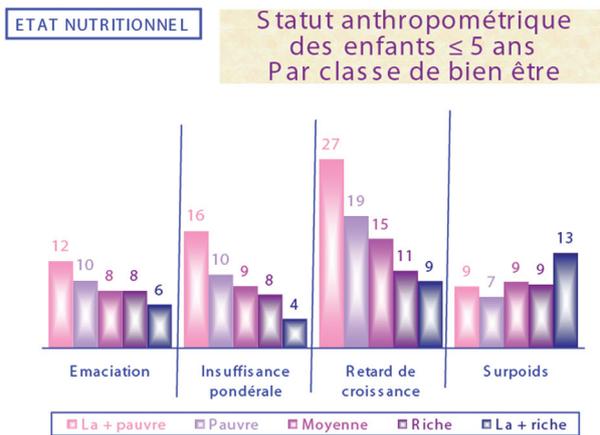
Alors que le retard de croissance, l'insuffisance pondérale et l'émaciation affectent plus les ruraux et les couches pauvres, le surpoids touche plus les urbains et les couches sociales les plus riches (Graphiques 26 et 27).

Graphique 26 Statut anthropométrique des enfants 5 ans



Source : Ministère de la Santé, 2004 ⁽²⁵⁾

Graphique 27 Statut anthropométrique des enfants 5 ans par classe de bien-être (2003-04)



Source : Ministère de la Santé, 2004 ⁽²⁵⁾

Ainsi, le statut anthropométrique des enfants est caractérisé encore par la prédominance des problèmes liés à la sous-alimentation (retard de croissance, insuffisance pondérale et dans une moindre mesure l'émaciation) mais les problèmes dus à la suralimentation et à la sédentarité (surpoids et obésité) commencent à prendre de l'ampleur.

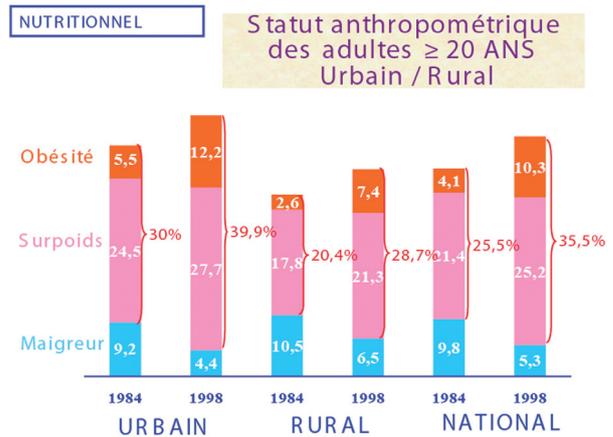
Statut anthropométrique des adultes

Le statut anthropométrique des adultes est mesuré grâce à l'indice de masse corporelle (IMC), dit aussi indice de Quételet, qui est le rapport entre le poids de l'individu (en kg) et le carré de sa taille (en m²). Ainsi, la maigreur est définie par un IMC inférieur ou égal à 18,5, le surpoids par un IMC compris entre 25 et 29,99 et l'obésité par un IMC supérieur ou égal à 30.

La comparaison des données issues des enquêtes nationales réalisées par la Direction de la Statistique

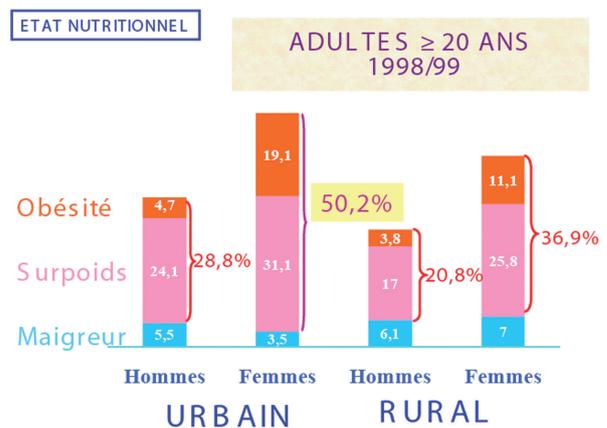
en 1984/85 et 1998/99 ² montre que la transition est observée à l'échelle nationale, pour les deux genres, les deux milieux de résidence et pour l'ensemble des classes de dépense (Graphiques 28 et 29) (16, 17, 18, 19, 20). La maigreur diminue alors que le surpoids et l'obésité augmentent. Le surpoids a augmenté de 10 points entre les deux périodes (25,5 % en 1984 et 35,5 % en 1998).

Graphique 28 Evolution du statut anthropométrique des adultes 20 ans



Source : Direction de la Statistique, ENCDM, 1984/85 ⁽²⁶⁾
Direction de la statistique, ENMNV, 1998/99 ⁽²⁷⁾

Graphique 29 Statut anthropométrique des adultes 20 ans 1998/99



Source : Direction de la Statistique, ENCDM, 1984/85 ⁽²⁶⁾
Direction de la statistique, ENMNV, 1998/99 ⁽²⁷⁾

² L'enquête de 1984/85 est une enquête budget consommation effectuée auprès de 15000 ménages. Elle a donné lieu à un échantillon d'adultes de 20 ans et plus avec des mesures anthropométriques de 41526 personnes. Celle de 1998/99 est une enquête niveau de vie effectuée sur 5000 ménages. Elle a donné lieu à un échantillon d'adultes de 20 ans et plus avec des mesures anthropométriques de 14028 personnes. A l'origine, l'enquête de 1984/85 a considéré comme population adulte les personnes de 20 ans et plus ; par contre, celle de 1998/99 a considéré les personnes de 18 ans et plus. Afin de permettre la comparaison entre les deux enquêtes, nous avons utilisé les données brutes de cette dernière et nous avons extrait l'échantillon des 20 ans et plus. Malheureusement, il n'a pas été possible de revenir aux données brutes de l'enquête 1984/85 car elles ne sont pas techniquement disponibles, d'après le Haut Commissariat au Plan.

Ainsi, en 1998/99, un adulte sur quatre (25,2%) avait un surpoids et un sur dix (10,3%) était obèse. Ces figures sont plus élevées parmi les urbains que parmi les ruraux et parmi les femmes que parmi les hommes. Il résulte que la prévalence la plus élevée de surpoids et d'obésité est observée parmi les citadines (50,2 %, soit une femme sur deux); il en est de même pour l'obésité (19,1%, soit presque une femme sur cinq).

Par région, la même enquête montre que les régions de Laayoune-Boujdour et Oued-Ed-Dahab Lagouira enregistrent les taux les plus élevés de surpoids (48% et 47% respectivement) alors que la région Marrakech-Tensift Al Haouz affiche le taux le plus bas (28 %). Les taux élevés dans les régions sahariennes seraient liés à des raisons culturelles puisque l'obésité des femmes est considérée un critère important de beauté dans la société Saharienne(28,29). D'ailleurs, la prévalence du surpoids parmi les femmes de Laayoune-Boujdour atteint 69,3 % (31 % de surpoids et 39 % d'obésité) contre 24 % parmi les hommes. Les femmes à Oued-Ed-Dahab Lagouira sont à 62 % en surpoids (26 % en surpoids et 36 % obèses). Ainsi, dans ces régions, la prévalence de l'obésité dépasse même celle du surpoids.

En outre, à l'échelle nationale, même les classes de dépense les plus démunies sont touchées. En effet, un quart des adultes du quintile le plus bas a un surpoids (33,1 % des femmes et 16,5 % des hommes). Cette prévalence atteint 39,5 % des femmes urbaines (soit deux femmes sur cinq). Ainsi, on ne peut plus prétendre que le problème du surpoids et de l'obésité soit cantonné aux riches. C'est bel et bien un problème de santé publique qui ne cesse de s'étendre et qui risque même de basculer ses prévalences élevées vers les couches pauvres si l'on considère l'évolution observée dans les pays développés qui nous y ont précédés.

Carences en micronutriments

Elles sont encore largement répandues parmi la population marocaine comme reflété par les diverses enquêtes nationales réalisées entre 1994 et 1996(30,31). L'anémie ferriprive affectait 45 % des femmes enceintes (soit presque une femme sur deux), 30 % des femmes en âge de procréation, 34 % des enfants de moins de cinq ans et 10% des hommes. Le goitre touchait 22 % des enfants d'âge scolaire. L'avitaminose A (taux de rétinol dans le plasma 200 µg/l) affectait 41 % des enfants âgés de six mois à six ans (35% des urbains et 46% des ruraux), ce qui, d'après les critères de l'OMS, place le Maroc parmi les pays où la carence en vitamine A est un problème subclinique sévère.

La carence en vitamine D constitue aussi un problème de santé publique au Maroc(32) : parmi les enfants de deux ans et moins, 2,5% souffrent de rachitisme radiologique, 10,7% en ont un signe clinique, 2,5% en ont deux signes et 2,1% en ont 3 signes (forme sévère). Si ces chiffres sont plus bas que ceux rapportés en 1970, c'est grâce au programme de supplémentation des enfants en vitamine D conduit par le Ministère de la Santé depuis très longtemps.

Les prévalences actuelles des carences en micronutriments ne sont pas connues mais vu les programmes de lutte en cours (fortification des aliments en iode, vitamine A et fer et supplémentation ciblée des couches de population les plus touchées), elles devraient être en diminution.

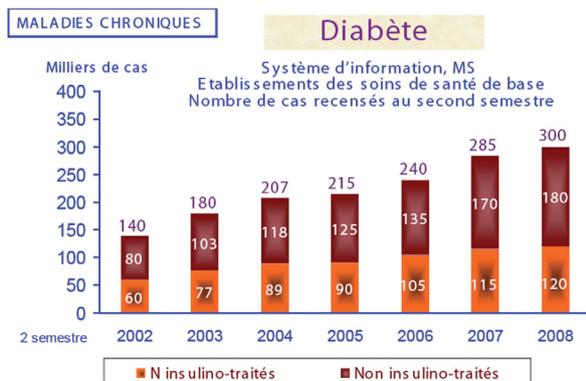
Maladies non transmissibles liées à la nutrition

L'enquête sur les facteurs de risque des maladies cardiovasculaires réalisée par le Ministère de la Santé en 2000 a rapporté des chiffres alarmants quant à leur incidence parmi la population de plus de 20 ans(33). Ainsi, l'hypertension artérielle qui affecte le tiers de cette population, est plus répandue parmi les femmes (37 %) que les hommes (30 %) et touche aussi bien les citadins (32,6 %) que les ruraux (34,3%). Le diabète affecte également les hommes et les femmes (6,6 %) mais plus les urbains (9 %) que les ruraux (4,4 %). L'hypercholestérolémie atteint 29 % de la population totale, plus fréquente chez les femmes (32 %) que chez les hommes (26 %) et plus en milieu urbain (37 %) qu'en milieu rural (21 %). Quant au style de vie, l'enquête a considéré le tabac qui est fumé par 32 % des hommes (34 % des urbains et 30 % des ruraux). Le chiffre très bas rapporté pour les femmes (0,6 %) serait probablement sous-estimé en raison du manque de déclaration par les femmes enquêtées.

Plus récemment, le système d'information du Ministère de la Santé qui recueille les données de l'ensemble des établissements des soins de santé de base (secteur public) montre une augmentation soutenue du nombre de cas de diabétiques depuis 2002. Ainsi, comme le montre le Graphique 30, ce chiffre a augmenté depuis son niveau de 140 000 cas au second semestre de 2002 jusqu'à 300 000 cas au second semestre de 2008, soit plus du double (en moyenne, 27 000 nouveaux cas chaque année). Les nombres totaux de cas dans la population devraient dépasser de loin ces chiffres puisque les cas fréquentant le secteur privé de santé ne sont pas pris en compte dans ce système d'information, sans parler des diabétiques qui ne sont pas traités du tout. Il est important aussi de noter sur le graphique que les deux-tiers des cas rapportés sont des diabètes non insulino-traités et donc qui auraient pu être

prévenus par une amélioration du régime alimentaire et de l'activité physique.

Graphique 30 Evolution du nombre de cas de diabète (secteur public)



Source: MS

Source : Ministère de la Santé, 2009 ⁽³⁴⁾

Des estimations rapportées par l'Organisation Mondiale de la Santé pour 2002 indiquent qu'au Maroc, le cancer est la quatrième cause de mortalité dans le pays (7,8% de tous les décès) après les maladies cardiovasculaires (40 %), les maladies contagieuses, maternelles et de déficiences nutritionnelles (23 %) et les autres maladies chroniques (15 %)(35). Ainsi, plus des deux-tiers (69%) des maladies sont des maladies chroniques non transmissibles, maladies pour lesquelles l'alimentation et l'activité physique constituent la meilleure méthode de prévention.

Pour les cancers, cinquante mille nouveaux cas sont enregistrés chaque année(36). Cependant, cette figure ne peut être considérée comme exacte vu que le recueil des données relatives au registre officiel du cancer est encore à ses débuts au Maroc.

Plaidoyer pour l'amélioration de la situation nutritionnelle

Nécessité d'une stratégie alimentaire et nutritionnelle

Nécessité pour le développement

Le rôle de la nutrition dans le développement national a été reconnu depuis longtemps. Plus récemment, l'importance de ce rôle a été soulignée lors de l'établissement en 2000 des objectifs du millénaire (ODM) jusqu'en 2015 par le Programme des Nations Unies pour le Développement puisque la nutrition contribue aux huit objectifs(37).

Dans l'évaluation de la réalisation des ODMs, une étude de la Banque Mondiale publiée en 2006 a classé les pays par degré de progrès en direction de la cible relative à la pauvreté non monétaire.

Le critère de classement était basé sur les données tendanciennes 1990-2002 provenant de la Base de données mondiales de l'OMS sur la croissance et la malnutrition chez les enfants (en date d'avril 2005). Dans ce classement, le Maroc a été classé parmi les pays qui ont réalisé «une certaine amélioration mais pas sur la bonne voie »(38). Il est important de noter que nos voisins l'Algérie et la Tunisie sont classés parmi le groupe de pays «sur la bonne voie». C'est dire l'ampleur du travail qui reste à faire en matière de lutte contre la malnutrition des enfants.

Par ailleurs, un grand cumul d'évidences scientifiques indique que les maladies non transmissibles (maladies cardiovasculaires, ostéoporose, diabète et cancers) sont causées par une forte consommation d'aliments très caloriques, mais pauvres en nutriments et riches en graisses, en sucres et en sel, une diminution de l'exercice physique et la consommation de tabac(39).

Ampleurs des problèmes

Les données analysées ci-dessus et qui sont issues d'enquêtes plus ou moins récentes illustrent une transition vers un modèle de consommation alimentaire caractérisé par l'augmentation de l'apport calorique total et l'augmentation des parts des sucres et des matières grasses dans cet apport. A l'échelle internationale, l'examen des bilans alimentaires de plus de 100 pays entre 1962 et 2000 montre une augmentation journalière par habitant de l'apport calorique fourni par le sucre ajouté (sodas, glaces, biscuits, etc.) à 74 kilocalories puisque le disponible en sucre à l'échelle mondiale (exprimé en kcal/habitant/jour) est passé de 232 à 306 kcal/habitant/jour(40). Cette même étude a montré que l'urbanisation et l'accroissement des revenus expliqueraient à eux seuls 82% de cette augmentation. Etant donné l'importance de ces deux facteurs au Maroc, on ne peut qu'anticiper une augmentation similaire.

La considération de la situation des pays industrialisés qui nous ont précédés aux maladies de pléthore laisse penser que le plus probable est que, si rien n'est fait, nous leur emboîtons le pas, c'est-à-dire que les prévalences de ces maladies iront en augmentant surtout que les mêmes facteurs qui ont déterminé cette évolution chez eux sont observés chez nous comme discuté plus haut. Il a même été observé que l'évolution est bien plus rapide aujourd'hui dans les pays en développement qu'elle ne l'a été au début du siècle dernier dans les pays industrialisés(41). La situation au Maroc est compliquée davantage par la persistance des maladies de carence qui ont été pratiquement éradiquées chez eux.

Coûts économiques

Enfin, peut-être que l'argument le plus fort en faveur du plaidoyer pour la stratégie alimentaire et nutritionnelle est un argument économique qui découle du coût public des maladies de pléthore corollaires à l'obésité. Si aucune évaluation chiffrée n'a encore été faite pour le Maroc, les estimations faites pour d'autres pays peuvent servir d'indication. A l'échelle mondiale, les coûts humains et financiers de l'obésité sont en augmentation. L'indice de masse corporelle élevé est responsable de 16% du fardeau global des maladies, exprimé en pourcentage du nombre d'années de vie corrigées de l'incapacité (DALY)(42). Dans l'ensemble des pays développés, 2 à 7% des dépenses de santé sont attribuées à l'obésité. Aux Etats-Unis, les coûts combinés directs et indirects de l'obésité ont été évalués à 121 milliards de \$US en 2001.

En France, les seuls chiffres disponibles remontent à une évaluation réalisée sur des données de 1991-92 et qui a estimé le coût direct attribué à l'obésité (IMC supérieur à 30kg/m²) entre 4,2 et 8,7 milliards de Francs Français soit entre 0,7 et 1,5% des dépenses totales de santé(43). En Australie, une étude détaillée publiée en 2006 estime le coût financier de l'obésité à 3,767 milliards de \$AU(44). Ce coût inclut le coût de productivité (1,7 milliards \$AU), le coût relatif aux dépenses de santé (873 millions \$AU), le coût relatif aux donneurs des soins (804 millions \$AU), le coût relatif aux taxes perdues (358 millions \$AU), et autres coût indirects (40 millions \$AU). En plus, le coût net relatif à la perte du bien-être a été estimé à 17,2 milliards \$AU. Ainsi, le coût total de l'obésité en Australie en 2006 a été évalué à 21 milliards \$AU.

Plus récemment, une étude rigoureuse et très sérieuse a été réalisée pour la Chine considérée un des pays en développement les plus en avance en transition nutritionnelle et épidémiologique(45). Les importants résultats de cette étude puisent leur légitimité dans l'approche exhaustive qui a examiné les effets complets de chaque composant (modèles inadéquats de régime alimentaire et d'activité physique et obésité) sur la morbidité, la mortalité et la productivité parmi la population chinoise et ce en 2000 et 2025.

Cette étude a considéré les coûts directs et indirects des facteurs liés à la nutrition en relation avec les maladies non transmissibles. Les coûts directs concernent les coûts des soins médicaux de ces maladies. Les coûts indirects concernent les effets du surpoids et de l'obésité sur la mortalité, l'incapacité

et les indispositions et maladies se produisant pendant la vie active de chaque adulte. L'étude a montré que les coûts indirects sont souvent plus importants que les coûts directs des soins médicaux. Ainsi, alors que les coûts directs sont de l'ordre de 0,48% et 0,50% du produit intérieur brut de la Chine en 2005 et 2025 respectivement, les coûts indirects, eux, atteignent 3,58% et 8,73% respectivement.

Il est clair que si l'on applique ces mêmes ordres de grandeur au cas marocain, le manque à gagner en appliquant une stratégie visant l'amélioration de la situation alimentaire et nutritionnelle du pays devient évident et ne peut qu'inciter l'ensemble des acteurs (gouvernement, secteur privé et société civile) à redoubler d'efforts pour la mise en œuvre de cette stratégie ; il en va de la santé économique de la nation.

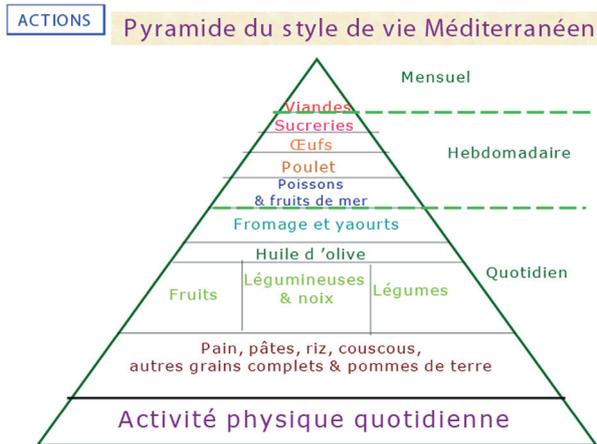
Éléments d'une stratégie d'amélioration de la situation alimentaire et nutritionnelle

La caractérisation de la situation alimentaire et nutritionnelle du Maroc comme une situation de «double fardeau» incluant les deux types de problèmes devrait interpellier les responsables de tous les secteurs et les amener à revoir leurs stratégies en engageant des politiques alimentaire, nutritionnelle et de santé équilibrées qui seraient à même d'attaquer l'ensemble de ces problèmes et surtout d'en prévenir l'aggravation. En particulier, le secteur de l'agriculture devrait revoir ses orientations en matière de produits agricoles à promouvoir pour le marché intérieur.

En effet, dans la lutte contre l'obésité et les maladies cardiovasculaires, les populations urbaine et rurale seront amenées à changer les pratiques alimentaires néfastes pour s'orienter vers une ration plus équilibrée qui s'inspire du régime alimentaire méditerranéen dont les vertus pour la santé ne sont plus à démontrer. En effet, en plus de son rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires et de certains types de cancer, le style de vie méditerranéen (alimentation et activité physique) permet également de pallier aux carences en micronutriments vue sa richesse en légumes et fruits.

Ainsi, la demande de produits alimentaires comme les fruits et légumes, l'huile d'olive et les poissons considérés comme les piliers du régime méditerranéen se verra augmentée (Graphique 31).

Graphique 31 Pyramide du style de vie Méditerranéen



Afin de répondre à cette demande, l'agriculture marocaine devrait assurer une plus grande production de ces denrées. Comme ces produits constituent la plus grande partie de l'exportation, l'agriculture devrait garantir que les deux marchés intérieur et extérieur soient approvisionnés. Les céréales restent évidemment le produit de base de l'alimentation et continueront à occuper les plus grandes surfaces des terres agricoles.

Dans la même optique, et afin de contrecarrer la concurrence des d'aliments nutritifs par ceux qui le sont moins et qui sont souvent importés (dans le cadre du libre échange), il serait judicieux de taxer les aliments importés. Une politique de taxation favorable à la bonne nutrition est donc à envisager.

Par ailleurs, l'adoption par l'ensemble de la population d'un style de vie actif suppose un aménagement urbain favorable et des structures de sport et d'éducation en la matière adaptées. L'importance de la nutrition et de l'activité physique dans la prévention et le traitement des maladies cardiovasculaires et de nombres de cancers n'est plus à démontrer. En effet, le second rapport du Fonds Mondial de la Recherche sur le Cancer (novembre 2007) a sorti ses recommandations au grand public comme suit(47) :

1. Soyez aussi mince que possible tout en évitant l'insuffisance pondérale.
2. Pratiquez une activité physique au moins trente minutes par jour.
3. Évitez les boissons sucrées. Limitez la consommation d'aliments à forte densité calorique (en particulier les produits à teneur élevée en sucres ajoutés, ou faibles en fibre, ou riches en matières grasses).

4. Augmentez et variez la consommation de légumes, fruits, céréales complètes et légumes secs.
5. Limitez la consommation de viande rouge (comme le bœuf, le porc ou l'agneau) et évitez la charcuterie.
6. En cas de consommation d'alcool, se limiter à une boisson par jour pour les femmes et à deux pour les hommes.
7. Limitez la consommation d'aliments salés et de produits contenant du sel ajouté (sodium).
8. Ne prenez pas de compléments alimentaires pour vous protéger du cancer.
9. De préférence, les mères devraient exclusivement allaiter pendant les six premiers mois puis introduire d'autres liquides et aliments.
10. Après le traitement, les personnes diagnostiquées d'un cancer devraient suivre l'ensemble des recommandations pour la prévention du cancer

On note donc que les deux premières recommandations de cet important et respectable organisme sont liées à l'activité physique, c'est dire la pertinence et la nécessité d'inclure des éléments dans la stratégie qui sont à même d'amener le grand public à rester actif.

Dans sa résolution (WHA55.23, 2002) (39), l'Organisation mondiale de la Santé a établi une Stratégie Mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé basée sur le postulat suivant : « Une alimentation saine et l'exercice physique, conjugués à la lutte antitabac, sont une bonne stratégie pour contenir la menace croissante que représentent les maladies non transmissibles ».

Dans la même résolution, l'OMS recommande que chaque pays dispose d'un plan d'action national destiné à améliorer l'alimentation et à développer l'exercice physique : « Les ministères de la santé ont une responsabilité essentielle dans la coordination des contributions d'autres ministères et services gouvernementaux. Il s'agit en particulier des ministères et organismes publics chargés des politiques dans les domaines suivants : alimentation, agriculture, jeunesse, loisirs, sports, éducation, commerce et industrie, finances, transports, médias et communication, affaires sociales, aménagement du territoire et urbanisme. »(39)

Composantes de la stratégie

L'expérience mondiale en planification nutritionnelle montre que les interventions nutritionnelles explicites seules n'ont pas réussi à éradiquer les désordres nutritionnels(48). La raison principale de cet échec réside dans le fait que ces interventions sont de nature directe qui peut « guérir » le problème mais sans en prévenir le retour. Or comme discuté plus

haut, les problèmes nutritionnels ont des causes multifactorielles et dans l'absence d'action sur l'ensemble de ces facteurs, les désordres nutritionnels et les maladies qui s'ensuivent ne peuvent être éradiqués. La nouvelle approche est une stratégie globale, multisectorielle qui met l'accent aussi bien sur les programmes nutritionnels explicites (supplémentation des populations carencées en micronutriments, fortification d'aliments en nutriments, éducation nutritionnelle et éducation sanitaire) que sur les mesures non nutritionnelles ou indirectes. Les programmes nutritionnels explicites sont importants mais demeurent insuffisants à eux seuls. En particulier, la supplémentation est une action à court terme et coûteuse. Elle n'est indiquée que pour des tranches particulières de la population (femmes enceintes et enfants en bas âge). La fortification des aliments en micronutriments est une action à moyen terme qui n'est pertinente que contre certaines carences comme celles en iode ou en fer que l'alimentation peut difficilement corriger.

Ainsi, la stratégie à adopter devrait toucher l'ensemble des secteurs qui affectent directement ou indirectement la nutrition. Dans chacun d'eux, l'action proposée devrait conduire vers un meilleur comportement du consommateur aussi bien en matière de consommation alimentaire qu'en matière de style de vie. Les secteurs considérés sont les suivants : la production agricole et alimentaire, les circuits de distribution alimentaire, les finances, l'éducation, la communication, la législation, l'aménagement urbain et les sports. Ci-dessous, les recommandations relatives à chaque secteur.

Production : Promouvoir la production des aliments sains

- Encourager la production des légumes et fruits,
- Résoudre les problèmes techniques liés à la production des légumineuses,
- Résoudre les problèmes techniques liés à la production agricole des olives et ceux relatifs à leur transformation en huile d'olive,
- Promouvoir la production et la protection des produits de terroir
- Assister les petits pêcheurs.

Distribution : Augmenter la disponibilité des aliments sains sur tous les marchés

- Créer une alliance nationale pour réaliser la campagne de promotion de consommation des fruits et légumes ("5 par jour")³ impliquant

³ Le programme «5 par jour» (lire cinq légumes et fruits par jour) est recommandé par les organisations des Nations Unies. Il a donné lieu à des campagnes adaptées dans chaque pays du monde. Au Maroc, cette campagne reste à concevoir.

les producteurs, transporteurs, publicitaires et société civile,

- Encourager l'introduction de recettes marocaines populaires à base de légumineuses dans la majorité des menus des restaurants (fèves, lentilles, haricots blancs, etc.),
- Arrêter de subventionner les huiles autres que l'huile d'olive pour éliminer la différence artificielle des prix,
- Améliorer la disponibilité et l'accès au poisson dans tous les marchés, spécialement les marchés urbains de quartier et les souks ruraux.

Finances : Instaurer une politique de taxation favorable à la santé

- Baisser ou éliminer les taxes sur les aliments sains et taxer ceux qui le sont moins,
- Encourager la commercialisation équitable des produits de terroir pro- santé (huiles d'olive, huile d'argan, légumes et fruits à spécificités régionales),
- Promouvoir des cafeterias «bon marché» offrant la version marocaine de la diète méditerranéenne en baissant leurs taxes et en augmentant ceux des restaurants genre "fast food", surtout ceux offrant les repas induisant l'obésité,
- Promouvoir les petits restaurants offrant du poisson «bon marché» (sur place et à emporter), particulièrement ceux où les fonctionnaires prennent leur déjeuner.

Éducation : Intégrer les messages de nutrition dans tous les curriculums du système d'éducation

- Rénover la forme et le contenu de tous les cours de nutrition dans le système d'éducation : du primaire à l'universitaire,
- Incorporer les messages de nutrition dans diverses disciplines de l'enseignement (sciences naturelles, éducation physique, affiches murales scolaires, activités parallèles comme le théâtre, les chansons, etc.),
- Introduire des messages implicites de nutrition dans les programmes des écoles maternelles (chansons, pièces théâtrales, etc.). Quand l'école dispose d'une cantine, elle doit offrir des aliments sains,
- Intégrer les recettes des plats traditionnels marocains dans les curriculums des écoles d'art culinaire.

Communication : Promouvoir le manger sain et interdire la publicité anti-nutrition

- Revitaliser la cuisine marocaine basée sur une large utilisation des céréales, légumes, légumineuses et huile d'olive à travers les

média: émissions culinaires à la radio et télévision, cinéma, théâtre et autres activités artistiques,

- Promouvoir l'image du poisson dans les médias, spécialement parmi la population rurale pour corriger son attitude négative,
- Interdire la publicité à la télévision des aliments anti-santé, notamment durant les moments à forte audience d'enfants.

Législation : Contrôler les messages créant la confusion chez la population, spécialement les enfants

- Surveiller étroitement les menus offerts dans les cantines scolaires,
- Instaurer des lois qui interdisent la vente d'aliments non-sains dans et aux portes des écoles,
- Instaurer des lois qui interdisent la publicité des aliments non-sains dans et aux alentours des écoles.

Aménagement du territoire : Promouvoir un aménagement pro-activité physique

- Introduire des cours de nutrition et de santé dans le système éducatif de toutes les écoles concernées par l'aménagement du territoire (architecture, génie civil, génie rural, topographie, aménagement urbain, etc.),
- Plaidoyer pour un aménagement pro- activité physique parmi l'ensemble des responsables : agences urbaines des grandes villes, conseils des communes urbaines, conseils des communes rurales, Ministère de l'Intérieur, parlement, promoteurs immobiliers, etc.,
- Inclure les aspects suivants dans le plaidoyer : plus de parcs dans les villes, circuits appropriés pour vélos, larges trottoirs, rues piétonnes, terrains de sports dans les quartiers et complexes d'habitation dans les villes et dans les campagnes, circuits balisés de randonnées pédestres,
- Taxer la circulation des voitures dans les centres des villes,
- Améliorer la sécurité des piétons : sécurité routière et sécurité contre les agressions criminelles, particulièrement celles contre les femmes.

Sports : Encourager les sports dans le système éducatif et pour le public

- Multiplier l'organisation de tournois sportifs: élèves, étudiants, employés des usines, fonctionnaires, écoles et universités, associations de quartiers, autres associations

de société civile avec une attention spéciale pour celles travaillant avec les femmes, villages ruraux, etc.

- Promouvoir les activités sportives pour les personnes âgées : leur réserver des horaires appropriés dans les clubs et les terrains de sport, désigner des moniteurs spécialisés pour ces personnes,
- Baisser les taxes des clubs de sport pour encourager les inscriptions en général et appliquer des tarifs préférentiels pour les femmes au foyer afin de les inciter à participer,
- Multiplier les circuits de randonnées en montagnes et dans les plaines,
- Promouvoir les sports dans les medias, avec une attention spéciale envers la cible féminine.

Conclusions

Les diverses données rapportées et analysées dans le présent papier concernant la situation alimentaire et nutritionnelle au Maroc démontrent que la problématique de la nutrition et de la santé au Maroc n'est plus uniquement celle résultant de la pauvreté et de la sous alimentation mais bel et bien celle relevant du double fardeau : d'une part la sous-alimentation et ses corollaires (retard de croissance et insuffisance pondérale chez les enfants et maigreur chez les adultes) et d'autre part, la suralimentation et ses conséquences (obésité chez les adultes, surpoids en progression chez les enfants). A cet égard, la gravité de ces maladies ne se limite pas à leurs prévalences actuelles élevées mais réside surtout dans leur propagation rapide à l'ensemble des groupes de population (enfants et adultes, hommes et femmes, milieu urbain et milieu rural, pauvres et riches). Sur ces problèmes, se greffent des carences en micronutriments résultant, entre autres, du déséquilibre de la ration alimentaire et ayant des effets néfastes sur l'état de santé de la population.

L'approche proposée pour faire face à ces problèmes est basée sur la responsabilisation de plusieurs secteurs dont l'application des mesures proposées devrait favoriser l'adoption par l'ensemble de la population marocaine d'un style de vie sain associant l'alimentation équilibrée et l'activité physique. Cette responsabilisation concerne aussi bien le secteur privé que le secteur public, la société civile et l'ensemble de la population.

Ces mesures sont pertinentes car elles agissent directement sur les causes révélées par le diagnostic tout en étant complémentaires aux programmes de nutrition et de santé conduits par le Ministère de la Santé comme le programme de lutte contre les carences en micronutriments, le programme

de la santé de la mère et de l'enfant ainsi que les programmes de lutte contre les maladies non transmissibles.

Il est important de souligner que ces mesures ne sauraient se substituer à la stratégie alimentaire globale qui devrait tenir compte aussi bien des impératifs économiques et territoriaux que culturels et environnementaux du Maroc. Cependant, aucune des mesures présentées n'est en contradiction avec ces impératifs ; tout au contraire, elles versent dans le même sens. Ainsi, par exemple, le plaidoyer pour le retour à l'alimentation marocaine traditionnelle, surtout ses aspects conformes à l'alimentation dite méditerranéenne reconnue pour ses vertus de santé, va dans le même sens de l'ensemble de ces impératifs. En effet, les modes de production et de consommation alimentaires méditerranéens sont économiques puisqu'ils engendrent un meilleur état de santé des populations et évitent ainsi les coûts supplémentaires de santé. De plus, ils sont respectueux de l'environnement, affermissent les spécificités territoriales et culturelles de chaque pays, voire de chaque territoire. Entre autres, la promotion d'une alimentation saine devrait augmenter la demande d'aliments produits de manière biologique par les petits producteurs ruraux qui verront leurs conditions économiques s'améliorer. De même, le développement du tourisme rural écologique se traduirait par une revalorisation de l'alimentation traditionnelle saine parmi les consommateurs en même temps que cela engendrerait un essor économique des zones rurales défavorisées.

Références

1. Benjelloun Sabah 2006. Las disparidades entre el medio urbano y el medio rural en Marruecos: una realidad a tener en cuenta. In : IEMED. La agricultura y la asociacion Euromediterranea : retos y oportunidades. Monografias Mediterraneas 4. Institut Europeu de la Mediterrania, Barcelone, Espagne.
2. Service Central des Statistiques 1961. La consommation et les dépenses des ménages Marocains Musulmans (résultats de l'enquête 1959-60. Ministère de l'Economie Nationale, Rabat.
3. Direction de la Statistique 1973. Consommation et dépenses des ménages 1970/71 : Volume IV, Alimentation et Nutrition. Secrétariat d'Etat au Plan et au développement Régional, Rabat.
4. Direction de la Statistique, 1992. Consommation et dépenses des ménages 1984/85. Volumes 1, 5, 6, 7 et 10. Ministère chargé de la Population, Rabat.
5. Direction de la statistique 1993. Enquête nationale sur les niveaux de vie des ménages 1990/91. Niveaux de vie des ménages 1990/91. Vol 2 : Répartition des niveaux de vie. Ministère Chargé de l'Incitation de l'Economie, Rabat.
6. Direction de la statistique 2000. Enquête nationale sur les niveaux de vie des ménages 1998/99. Premiers résultats. Ministère chargé de la Population, Rabat.
7. Haut Commissariat au Plan 2007. Enquête nationale sur la consommation et les dépenses des ménages 2000/01 : rapport de synthèse. Téléchargé du site www.hcp.ma
8. Haut Commissariat au Plan 2009. Enquête nationale sur le niveau de vie des ménages. Présentation de quelques résultats concernant la dépense des ménages. Fichier reçu par email le 03/02/2009 de la Direction de la Statistique.
9. USDA 2007. Agricultural Research Services. Nutrient Data Laboratory. Consultation de la table de composition nutritive sur : <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/> , accédé le 10 octobre 2007.
10. FAO 2006. Données sur les bilans alimentaires extraites de la base de données statistiques de la FAO. Disponibles sur <http://faostat.fao.org/>. Accédé entre octobre et décembre 2006.
11. Kortbi, A. 1988. Impact de l'installation des centres de collecte de lait sur l'autoconsommation du lait et produits laitiers dans le Gharb. Mémoire de 2ème cycle : Technologie Alimentaire. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.
12. Benjelloun Sabah et Mustapha Berrada, 1989. Production et consommation de lait et produits laitiers en milieu rural marocain. Section de Technologie Alimentaire. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.
13. Benjelloun Sabah, Beatrice L. Rogers and Mustapha Berrada 1998. Income and consumption effects of milk commercialisation in the Lukkos area of Morocco. Ecology of Food and Nutrition. Vol 37, pp 269-296.
14. Bahsine Bouchra et Tilila Ouaziz 2001. Comportement du consommateur envers les produits laitiers et les biscuits dans les régions de Casablanca, Rabat-Salé et Kénitra. Mémoire de troisième cycle : Industries agricoles et alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.
15. Benjelloun Sabah, 2005. Consommation de lait et produits laitiers au Maroc : niveaux et disparités. Elevage Bovin. Revue de l'Association Nationale de l'Elevage Bovin, Rabat. N°5 Novembre 2005.
16. Benjelloun Sabah 1994. Consommation et comportement alimentaires dans trois régions rurales marocaines. A propos d'une enquête auprès de 300 ménages. Etude de diagnostic du projet «Introduction de la nutrition et du contrôle alimentaire dans la vulgarisation agricole» . Project TCP/MOR/2353. MAMVA, Rabat.

17. Swinburn et al. 2004. Diet, nutrition and the prevention of excess gain and obesity. *Public Health Nutrition* 7(1A), 123-146.
18. FAO 2007. «FAO statistical databases. Archives». Données sur les bilans alimentaires reçu du « Nutrient requirements and assessment group » de la FAO le 26 novembre 2007.
19. Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Energie et des Mines, 2006. Données fournies sous forme électronique en novembre 2006 par le Département du Commerce et de l'Industrie.
20. Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Energie et des Mines, 2002. Etude sur les grands magasins. Département du Commerce et de l'Industrie, Rabat.
21. Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Energie et des Mines, 2002. Données fournies sous forme électronique en février 2009 par le Département du Commerce et de l'Industrie.
22. Registre de Commerce, 2006. Données fournies sous forme électronique par le Registre de Commerce de Casablanca en novembre 2006.
23. Popkin Barry, 1994. The nutrition transition in low income countries : an emerging crisis. *Nutrition Reviews* 1994; 52(9): 285-98.
24. Popkin, Barry 2002. An overview of the nutrition transition and its implications : the Bellagio meeting. *Public Health Nutrition* 5(1A), 93-103.
25. Ministère de la Santé 2004. Enquête sur la population et la santé familiale EPSF 2003-04. Ministère de la Santé, Rabat.
26. Direction de la statistique 1992 Etat nutritionnel de la population Marocaine. Ministère chargé de la Population, Rabat.
27. Benjelloun Sabah, 2002. Nutrition transition in Morocco. *Public Health Nutrition* 5(1A): 135-140.
28. Mokhtar N et al. 2001. Diet, culture and obesity in Northern Africa. *J. Nutr* 2001 131: 887S-892S.
29. Rguibi M et Belahsen Rekia 2004. Obesity and overweight among urban sahraoui women of south Morocco. *Ethnicity and Disease* 2004 14: 542-547.
30. Ministère de la Santé. 1995. Enquête nationale sur la carence en fer et en iode, INAS, Rabat.
31. Ministère de la Santé 1999. Enquête régionale sur la carence en vitamine A, Direction de la population, Rabat.
32. Ministère de la Santé 2003. Programme National de lutte contre les Troubles dus aux Carences en Micronutriments. XXIème Conférence IVACG, journée nationale. 2-7 février 2003, Marrakech.
33. Tazi MA, Abir-Khalil S, Chaouki N, Cherqaoui S, Lahmouz F, Srairi JE, Mahjou J. 2003. Prevalence of the main cardiovascular risk factors in Morocco : results of a national survey, 2000. *Journal of Hypertension* 2003; 21: 897-903.
34. Service des maladies cardio-vasculaires et néoplasiques 2009. Données communiquées par la cellule de diabète, Ministère de la Santé, Rabat.
35. Organisation Mondiale de la Santé 2007. The impact of chronic disease in Morocco. Rapport disponible sur http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/media/impact/morocco.pdf. Accédé le 9 avril 2007.
36. Service des maladies cardio-vasculaires et néoplasiques 2007. Réalisations de l'année 2005-2006. Direction de l'Epidémiologie, Ministère de la Santé, Rabat.
37. Scrimshaw N.S. The SCN and the Millenium Development Goals. Keynote address. Standing Committee on Nutrition News, N28, July 2004.
38. Sarbib J.L. 2006. Nutrition : a renewed opportunity in development. Standing Committee on Nutrition News, N32 mid 2006.
39. Organisation Mondiale de la Santé 2004. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. Genève.
40. Popkin B.M. and Samara Joy Nielsen 2003. The sweetening of the world's diet. *Obesity Research* Vol 11 Num 11 Nov 2003.
41. Popkin B. 1994. The nutrition transition in low-income countries : an emerging crisis. *Nutrition Reviews* 1994; 52(9): 285-98.
42. Hossain P. et al. 2007. Obesity and diabetes in the developing world: a growing challenge. *N ENGL J MED* 356; 3. Accédé sur www.nejm.org le 14 juin 2007.
43. Detournay B. et al. 2000. Obesity morbidity and health care in France: an analysis of the 1991-92 medical care household survey. *International Journal of Obesity* Vol 24, N2: 151-155.
44. Diabetes Australia 2006. The economic costs of obesity. Report by Access Economics Pty Limited. October 2006.
45. Popkin B.M., S. Kim, E.R. Rusev, S. Du et C. Zizza 2006. Measuring the full economic costs of diet, physical activity and obesity related chronic diseases. *Obesity Reviews* (2006) 7: 271-293.
46. Supreme Scientific Health Council 1999. Dietary guidelines for adults in Greece. Ministry Of Health and Welfare, Athens, Greece.
47. World Cancer Research Fund/ American Institute for Cancer Research 2007. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC.
48. Geoffrey Cannon and Claus Leitzmann 2005. The new nutrition science project. *Public Health Nutrition*, 8, pp 673-694.

**Acquis de l'INRA en matière de
recherche scientifique et technologique
pour l'amélioration de la production
agricole au Maroc**

**Pr. Mohamed BADRAOUI,
Dr. Rachid DAHAN
& Dr. Riad BALAGHI**

institut National de la Recherche
Agronomique (Rabat - Maroc)



Résumé

La mise en œuvre de la nouvelle stratégie de développement agricole du Maroc, dénommée «Plan Maroc Vert», demande un effort d'accompagnement technologique et scientifique des producteurs pour atteindre les objectifs d'amélioration de la productivité et de la compétitivité des principales cultures. Pour répondre à ce besoin, la recherche agronomique doit mettre à la disposition des pouvoirs publics et des producteurs privés les acquis scientifiques et technologiques à même de répondre aux impératifs du développement agricole durable.

Les orientations et objectifs généraux des programmes de recherche agronomique à l'INRA s'articulent autour de cinq volets : i) l'amélioration de la productivité des cultures et de la qualité des produits agricoles, notamment le développement et la valorisation des produits de terroir, ii) la gestion durable des systèmes de production et des ressources naturelles, notamment l'eau, le sol et la biodiversité, iii) l'étude et le suivi de l'impact des changements climatiques sur la production agricole, iv) les études du milieu socio-économique et institutionnel et de l'impact des politiques agricoles et, enfin v) le renforcement des activités de recherche-développement à travers la valorisation des acquis par l'assistance technique, le renforcement des capacités des producteurs et le transfert de technologies.

Notre contribution a pour objectif de présenter les acquis de l'INRA en matière d'amélioration durable de la production agricole au Maroc. Ces acquis s'articulent autour du programme stratégique d'obtentions variétales, pour lequel l'INRA est le leader national, ainsi que d'autres aspects à caractère horizontal tels que la réalisation des cartes de vocation agricole des terres qui ont déjà couvert 5 millions d'hectares dans les zones d'agriculture pluviale, la mise en place d'un système opérationnel marocain de prévision des récoltes des céréales, l'évaluation des impacts des changements climatiques sur l'agriculture marocaine

d'ici à la fin du 21^{ème} siècle, la conservation des ressources phyto-génétiques à travers la mise en place d'une banque de gènes disposant de plus de 22 000 accessions, les techniques d'aridoculture et le machinisme agricole.

I. Introduction

L'agriculture occupe une place importante dans l'économie nationale et une position centrale dans le développement du monde rural. Actuellement, elle est confrontée à des défis dus à de nombreux changements internes et externes. Parmi ces défis, figurent la mondialisation de l'économie, les mutations socio-économiques que connaît la société marocaine, les dimensions de la qualité de la vie et la protection de l'environnement et des ressources naturelles couplées aux changements climatiques au niveau planétaire et l'enchérissement, jamais connu, de l'énergie. Dans ces conditions, la stratégie de développement agricole doit intégrer les impératifs de l'environnement national et international et les contraintes spécifiques à l'agriculture marocaine.

L'acquisition de la connaissance à travers la recherche scientifique et sa traduction en technologies innovantes se situe à l'amont de la création des richesses des nations. L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) est un organisme dont les missions et les attributions sont d'une importance stratégique pour le développement agricole du Maroc (Loi de création 40-80). Dans cette loi de création, l'INRA a, entre autres, des missions stratégiques visant la conduite de recherches scientifiques, techniques, économiques et sociales, l'élaboration de procédés agroalimentaires et la valorisation des produits, la commercialisation des résultats de recherche, les études et travaux, et la diffusion de l'information et conseils pour vulgarisateurs, agriculteurs et professionnels.

Parmi les axes stratégiques de l'INRA figurent la caractérisation et la conservation des ressources naturelles: eau, sol et agro-biodiversité, la création variétale et l'amélioration des races animales, le développement de paquets technologiques pour une meilleure productivité des filières et la qualité des produits, la valorisation des produits agricoles, les études socioéconomiques et d'impact, et la recherche-développement et le transfert de technologies.

De plus, L'INRA a une organisation déconcentrée qui lui permet d'assurer une couverture nationale pour une recherche de proximité à travers ses dix Centres Régionaux de la Recherche Agronomique, des Conseil Régionaux Consultatifs d'Orientation

de la Recherche, de 23 Domaines Expérimentaux couvrant les différents agro-écosystèmes du pays, de 10 Services de Recherche-Développement servant d'interface entre les chercheurs et les partenaires, de 26 Unités de Recherche en charge des activités de recherche, le tout géré au niveau central par la Direction et le Secrétariat Général, l'Inspection Générale, trois Divisions et 11 Départements.

Les organes de gouvernance et de concertation de l'INRA consistent en un Conseil d'Administration, un Comité Technique, un Conseil National d'Orientation de la Recherche, en plus des 10 Conseil Régionaux d'Orientation de la Recherche.

Les acquis de recherches prédisposent l'INRA à assurer un rôle d'accompagnement et de production d'informations et de technologies pour la mise en œuvre du Plan Maroc Vert dans ses dimensions régionale et nationale ainsi que pour les projets de développement inscrits dans le cadre des deux piliers de ce plan.

Cette contribution a pour objectif de partager les principaux acquis de recherche sur l'amélioration de la production végétale au Maroc.

II. Acquis de l'INRA en matière de recherche scientifique dans le domaine de la production agricole

A. Caractérisation et conservation des ressources naturelles

1. Les cartes de longueur de la période de croissance

La Longueur de la Période de Croissance (LPC) est définie comme étant la période de l'année durant laquelle les conditions climatiques sont favorables à la croissance et au développement des cultures. Elle se calcule en additionnant les jours durant lesquels l'humidité disponible (somme des précipitations et de la réserve en eau du sol) est supérieure à la moitié de l'évapotranspiration potentielle¹ et durant lesquels la température est supérieure au zéro de croissance². La réserve utile des sols a été estimée à partir de la carte mondiale des sols réalisée par la FAO-Unesco à l'échelle 1:5000000.

¹ Somme de l'eau évaporée par le sol et transpirée par les plantes.

² Le zéro de croissance est la température la plus basse au-dessus de laquelle la croissance est positive et en dessous de laquelle la croissance est nulle. Ce zéro de croissance est assez variable selon les espèces végétales. (Par exemple, 0°C pour le blé).

Les cartes de LPC délimitent des zones homogènes dans lesquelles les conditions climatiques de pluviométrie et de température sont favorables à un certain nombre de cultures. Des cartes de LPC ont été réalisées pour différents niveaux de probabilité d'occurrence de la LPC afin de tenir compte de la forte variabilité interannuelle de la pluviométrie qui caractérise notre pays.

Le zonage peut alors être utilisé comme base méthodologique pour l'évaluation et l'utilisation des ressources en terres. Dans la figure 1 est présentée la carte de la LPC en année moyenne, c'est-à-dire pour une probabilité d'occurrence de la LPC d'une année sur deux, calculée sur la série d'observations de 1971 à 2000. A l'échelle du pays, on remarque que les zones favorables sont concentrées essentiellement dans les parties nord et côtières du pays, selon le gradient d'humidité et de température. On démontre que la LPC est fortement corrélée aux rendements céréaliers au Maroc. Les zones où la LPC est importante sont aussi les zones où l'on peut s'attendre à des rendements céréaliers élevés. On considère, par exemple, que les zones dans lesquelles la LPC moyenne est inférieure à 60 jours sont inaptes à l'agriculture. La LPC sert ainsi de base à la réalisation des cartes de vocation agricole des terres (CVAT).

2. Les cartes de vocation agricole des terres

Les Cartes de Vocation Agricole des Terres (CVAT) sont des outils d'aide à la décision pour la gestion optimale des ressources naturelles (eau et sol) du pays. En particulier, les CVAT peuvent servir de base pour l'identification des bassins de production, la réalisation des cartes de fertilité des sols et pour l'orientation des politiques publiques d'appui/subventions. La vocation agricole des terres pluviales a été déterminée sur la base de critères climatiques et pédologiques selon la méthodologie standard publiée en 1976 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Cette méthodologie consiste à établir, pour chaque culture, des classes d'aptitude des terres à l'agriculture selon le double critère climatique et pédologique.

Le programme de Cartes de Vocation Agricole des Terres (CVAT) est réalisé par l'INRA depuis 1998. Actuellement, le programme a réalisé près de 5.5 millions d'hectares dans les zones pluviales. Par exemple, d'après ces cartes, la région Taza – Tahla peut convenir à la céréaliculture puisque 67% de ses terres sont fortement ou moyennement aptes à la culture de blé (figure 2). Autre exemple, dans la région Taounate – Ghafsai 84% des terres sont fortement ou moyennement aptes à la culture

de l'olivier (figure 3). Les CVAT délimitent donc à une échelle fine les zones d'adaptation d'un large éventail de cultures pluviales selon les conditions pédoclimatiques régnantes.

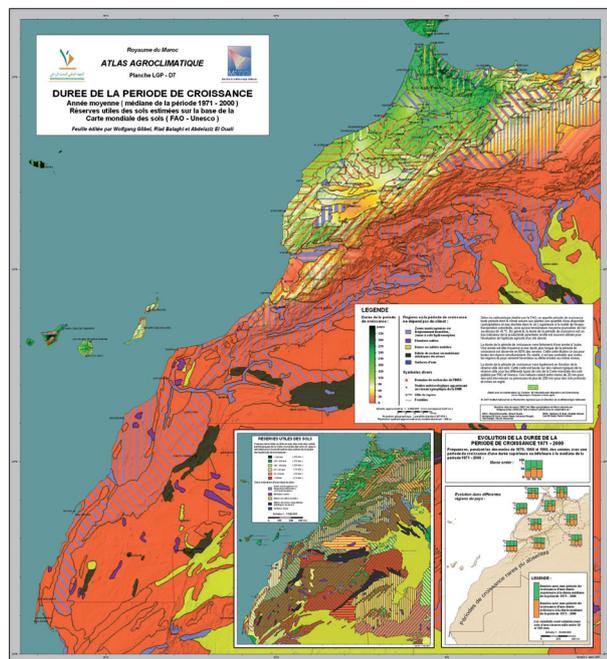


Figure 1 : Carte de la longueur (en jours) de la période de croissance (LPC) au Maroc en année moyenne. Les zones où la LPC est importante sont des zones à fortes potentialités agricoles.

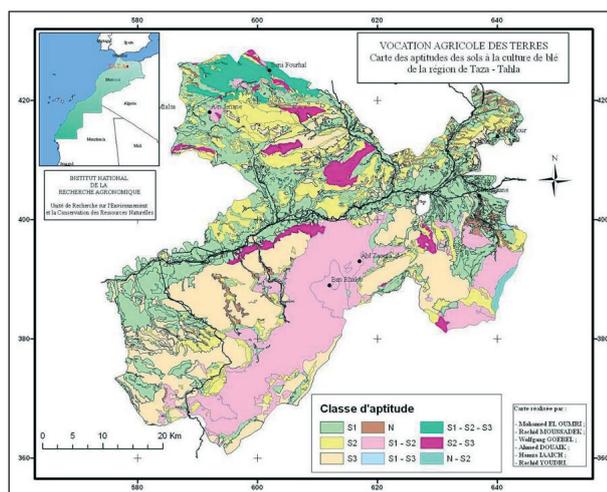


Figure 2 : Carte de vocation agricole pour la région Taza – Tahla. Cette carte présente les classes d'aptitude des sols de cette région à la culture de blé : S1, S2, S3, N et leurs associations.

Aptitude S1 : Aptitude agricole élevée,
 S2 : Aptitude agricole moyenne,
 S3 : Aptitude agricole marginale,
 N : Inapte.

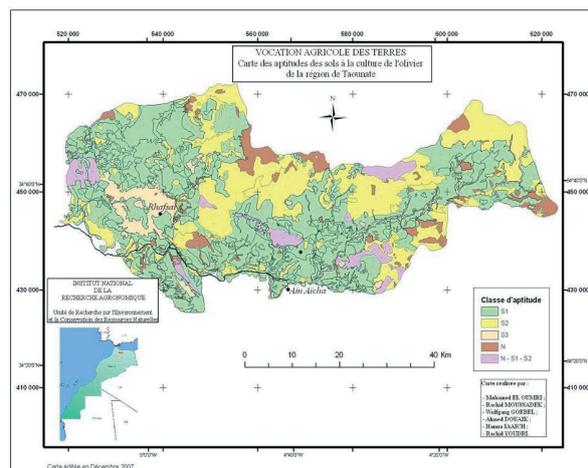


Figure 3 : Carte de vocation agricole pour la région Taounate Ghafsai. Cette carte présente les classes d'aptitude des sols de cette région à la culture de l'olivier : S1, S2, S3, N et leurs associations.

Aptitude S1 : Aptitude agricole élevée,
 S2 : Aptitude agricole moyenne,
 S3 : Aptitude agricole marginale,
 N : Inapte.

B. La prédiction des rendements agricoles

1. La variabilité de la production agricole

La production agricole dépend essentiellement de la pluviométrie dans notre pays malgré les efforts consentis pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture vis-à-vis du climat, notamment par une politique de construction de barrage initiée à la fin des années 60. Les terres agricoles pluviales représentant toujours 85% de la superficie mise en culture, soit 8,2 millions d'hectares. Les rendements de blé demeurent faibles et variables comparativement aux pays du pourtour méditerranéen (figure 4). Cette variabilité des rendements, et donc de la production, a des répercussions négatives sur la gestion des stocks alimentaires et semenciers en fin de campagne agricole. Disposer d'une information fiable et précoce sur l'état des cultures et sur les rendements attendus est un moyen de planification des importations ou des stocks pour la sécurité alimentaire. La prédiction des rendements permet aussi de disposer d'une source d'information indépendante, complémentaire aux statistiques agricoles classiques. Elle permet aussi de disposer d'un outil de partage de l'information avec différentes administrations et avec les agriculteurs.

2. La gestion du risque climatique et la prédiction des rendements agricoles

Les technologies de production en milieux arides qui ont été développées par l'INRA, depuis le début des années 80, apportent des solutions pour augmenter et stabiliser les rendements. Ces technologies peuvent être diffusées à grande échelle par des actions de vulgarisation et de promotion. Parmi ces technologies, on peut citer les variétés résistantes à la sécheresse, l'irrigation d'appoint, le semis direct et la fertilisation.

Récemment, l'INRA a mis l'accent sur le suivi de la sécheresse et la prévision des rendements agricoles afin d'anticiper les situations de crises alimentaire. L'INRA a innové en montrant qu'il est possible de prédire les rendements céréaliers de façon relativement précise par l'utilisation de l'indice de végétation par différence normalisée ou Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) avec des méthodologies statistiques relativement simples d'utilisation. Le NDVI est un indicateur de la vigueur de la végétation qui est mesuré, à partir des satellites d'observation de la terre, à intervalles de temps réguliers et en tous points du territoire national. Il reflète l'état de divers facteurs environnementaux tels que la pluviométrie, la température, l'évapotranspiration, le bilan en eau des sols, les maladies et parasites. Il est particulièrement adapté au suivi de la végétation dans les zones arides et semi-arides où les précipitations moyennes annuelles sont inférieures à 600mm.

Avant fin février, toute prédiction est aléatoire mais s'améliore au fur et à mesure de l'avancement de la campagne agricole. L'erreur de prédiction du rendement décroît, de façon continue, de près de 28% en fin février à 15% en fin avril (figure 5). A la fin du mois d'avril, l'erreur de prédiction du rendement du blé au niveau national est en moyenne inférieure à 2 Qx/ha, variant de 0.05 à 3.7 Qx/ha selon les années. Cette précision est relativement importante si l'on considère la très forte variabilité interannuelle des rendements du blé au Maroc, de l'ordre de 35%, par rapport l'Espagne par exemple où il est de 18% (figure 4). La précision de la prédiction dépend aussi des zones agro-écologiques.

C'est dans les zones favorable et intermédiaire, zones dans lesquelles se concentre la production céréalière, que la prédiction est la meilleure (figure 7). La prédiction du rendement céréalier national à partir du NDVI a été testée sur deux années consécutives, 2007 et 2008. En 2007, l'écart entre le rendement prédit et le rendement obtenu par les statistiques officielles a été inférieur à 0.5 quintal/ha pour le blé

dur et l'orge et de 1.4 quintal/ha pour le blé tendre. En 2008, cet écart a été pratiquement nul pour le blé tendre, de 1.5 quintal/ha pour le blé dur et de 2.4 quintaux/ha pour l'orge.

Il a été également montré qu'il est possible de réaliser de meilleures prédictions par l'utilisation de plusieurs modèles concomitants faisant intervenir des prédictions à partir de NDVI et de facteurs climatiques. Le suivi de l'état de la campagne agricole ou la réalisation de prédictions des rendements agricoles, de façon opérationnelle, nécessite divers sources de données qui peuvent être apportées par la collaboration inter-institutionnelle. Par exemple, la collaboration entre l'INRA et le centre commun de recherche de l'Union Européenne (Joint Research Center : JRC), a permis de réaliser le premier bulletin agro-météorologique de suivi de la campagne agricole 2008-2009.

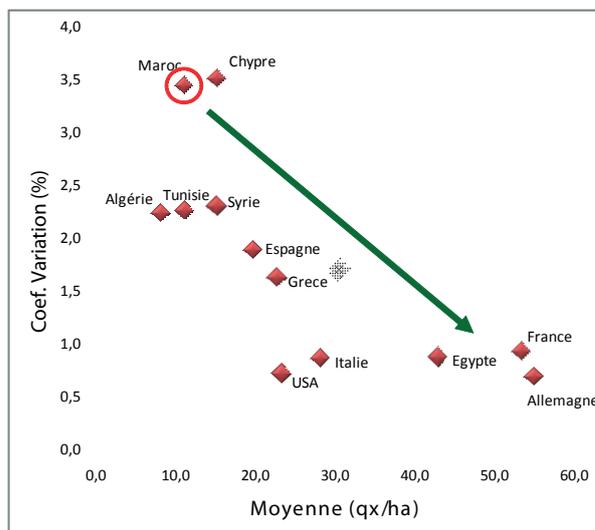


Figure 4 : Rendement moyen et coefficient de variation du blé dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans le monde, de 1961 à 2007 (source de données : FAOSTAT).

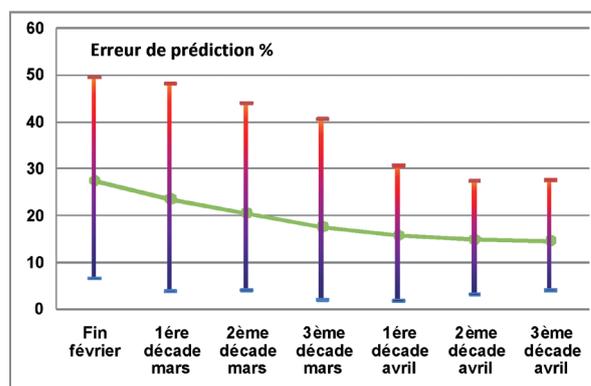


Figure 5 : Réduction de l'erreur de prédiction du rendement national du blé tendre à partir du NDVI au cours de la saison agricole.

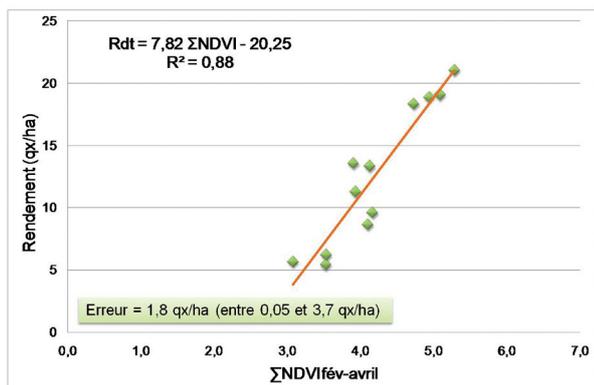


Figure 6 : Prédiction du rendement du blé tendre au niveau national à partir du NDVI cumulé de février à avril.

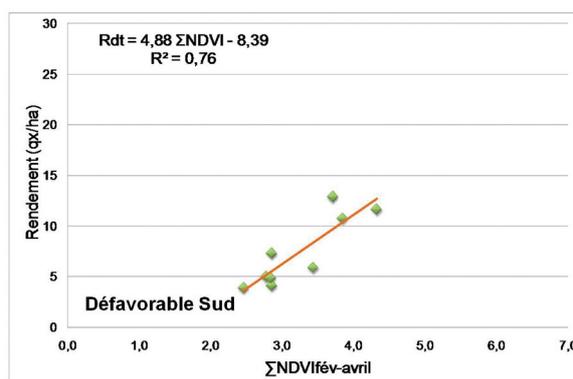
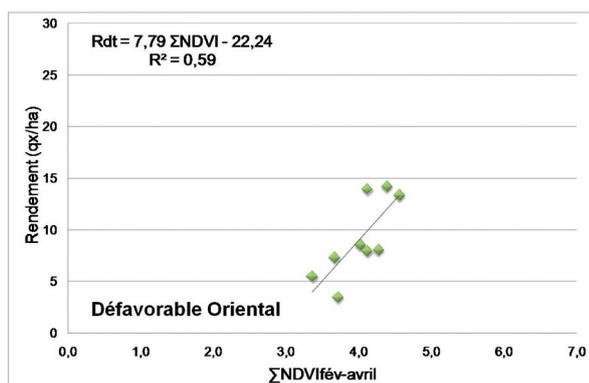
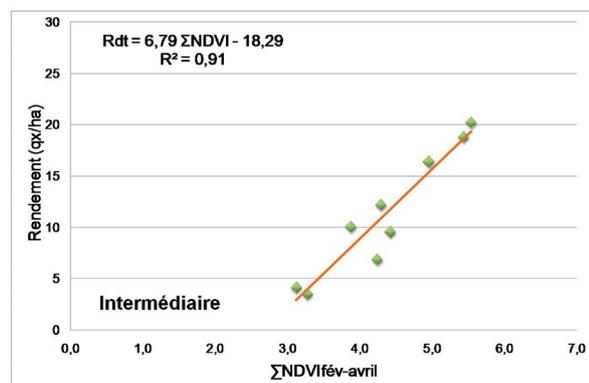
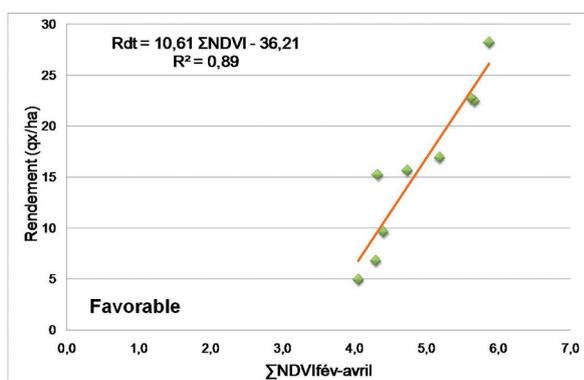


Figure 7 : Modèles de prédiction du rendement du blé tendre pour quatre zones agro-écologiques à partir du NDVI (SPOT-VEGETATION) décadaire cumulé de février à avril.



C. Impact des changements climatiques sur l'agriculture marocaine

1. Les futurs possibles

Toutes les projections climatiques convergent vers l'avènement d'un climat plus chaud et plus aride dans la région méditerranéenne. Les projections sont calculées par les climatologues à partir de modèles atmosphériques qui transforment des hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre (notamment le CO₂) en projections climatiques. Les modèles sont en fait des représentations simplifiées et manipulables de l'atmosphère terrestre qui tournent sur de super ordinateurs produisant des informations à l'échelle planétaire, sur des mailles atmosphériques de l'ordre de 250 km de côté. Les projections climatiques se basent sur des représentations de ce que pourrait être le monde à l'horizon 2100. Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) a appelé scénarios ces représentations du futur, qui conduisent chacun à des trajectoires d'émissions mondiales de gaz à effet de serre très différentes. Cependant, il faut bien comprendre que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais ne sont qu'une partie plausible des futurs possibles.

2. Traduire les changements climatiques en impacts sur l'agriculture

L'INRA a entrepris, en collaboration avec des institutions nationales et internationales, des études prospectives originales pour quantifier les impacts des changements climatiques sur notre agriculture d'ici à la fin du 21^{ème} siècle. L'objectif des ces études est de déterminer les options techniques

d'adaptation de notre agriculture pour faire face aux changements climatiques, de manière à ce que notre pays soit prémuni contre les situations éventuelles de crise. Les projections climatiques établies par le GIEC, sur des mailles de 250 x 250 km² au niveau planétaire, ont été ramenées à une échelle spatiale assez fine (de l'ordre de la centaine de km²³) qui puisse être compatible avec la superficie du pays. Ensuite, les projections spatiales ont été traduites en projections de rendements agricoles et en impacts sur l'aptitude des terres à l'agriculture.

2.1. Impacts sur les rendements agricoles

Afin de déterminer l'impact des changements climatiques sur les rendements agricoles, une cinquantaine de cultures pluviales et irriguées ont été considérées, dans les six zones agro-écologiques du Maroc, pour deux scénarios climatiques A2 et B2 et à quatre horizons de temps : 2000 (période actuelle, couvrant de 1979 à 2006), 2030 (de 2011 à 2040), 2050 (de 2041 à 2070) et 2080 (de 2071 à 2099). La méthodologie a consisté à développer, pour chaque culture et pour chacune des zones agro-écologiques, une fonction de rendement qui est, en fait, un modèle agro-climatique qui lie empiriquement les rendements agricoles au bilan hydrique préalablement spatialisé sur l'ensemble du pays. Le progrès technologique moyen observé au niveau de chacune des zones agro-écologiques ainsi que l'effet fertilisant du CO₂ atmosphérique sur les cultures ont été tous deux pris en compte dans les fonctions de rendement. Finalement, les rendements futurs sont obtenus en appliquant les conditions climatiques futures (modèle HadCM3 et deux scénarios d'émissions A2 et B2) aux fonctions de rendement ainsi établies.

Scénario A2	Scénario A1B	Scénario B2
Il s'agit d'un scénario pessimiste qui décrit un monde où la population mondiale est en rapide augmentation, avec une croissance économique forte qui repose sur des technologies polluantes dans un monde devenu plus protectionniste avec des inégalités croissantes entre le Nord et le Sud. Recours persistant aux énergies fossiles, croissance économique inégale selon les régions.	Il s'agit d'un scénario intermédiaire qui prévoit une intensification des échanges internationaux avec une croissance rapide basée sur les nouvelles technologies ainsi que les autres formes de technologies. Le scénario A1B est plus favorable que le scénario A2 à partir de 2050. Les émissions de CO ₂ sont stabilisées à partir de 2100.	Il s'agit d'un scénario optimiste qui décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales, dans un sens de viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2. Il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse.

³ Ceci correspond à des mailles de 10 km de côté.

2.2. Impacts sur l'aptitude des terres à l'agriculture en zones pluviales

L'aptitude des terres à l'agriculture en zones pluviales a été déterminée sur la base de critères climatiques et pédologiques selon la méthodologie standard de la FAO qui a été publiée en 1976. Cette méthodologie permet d'évaluer les potentialités et les limites des ressources en terres pour le développement agricole. Elle consiste à établir, pour chaque espèce, des classes d'aptitude des terres à l'agriculture selon le double critère climatique et pédologique, partant de l'hypothèse que l'aptitude des terres devrait être modifiée sous l'effet des changements climatiques.

L'aptitude des terres a été déterminée, selon le critère climatique sur la base du calcul de la longueur de la période de croissance (LPC). La LPC est définie comme étant la période de l'année durant laquelle les conditions climatiques sont favorables à la croissance et au développement des plantes. Cette période se calcule en additionnant les jours pendant lesquels les précipitations sont supérieures à la moitié de l'évapotranspiration potentielle⁴ (ETP) et pendant lesquelles la température reste supérieure au zéro de croissance⁵. La LPC a été calculée, sur l'ensemble du pays, en spatialisant les données de pluviométrie et d'ETP mesurées au niveau de 22 stations synoptiques marocaines représentatives de l'hétérogénéité géographique du territoire (figure 9). Trois stations algériennes et une station mauritanienne ont été ajoutées au réseau marocain pour améliorer l'interpolation spatiale aux frontières.

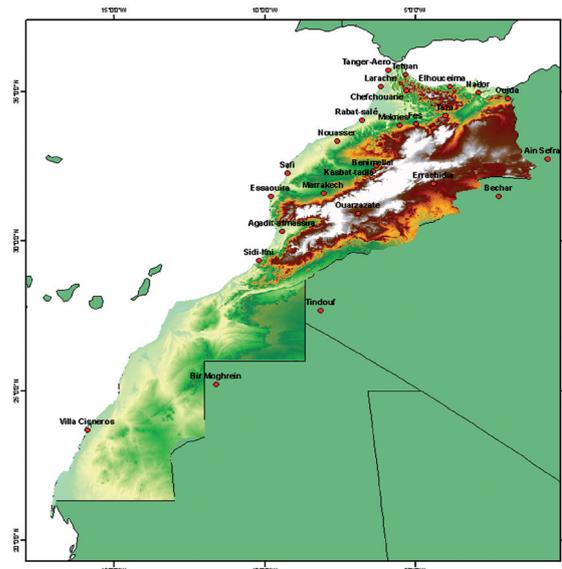


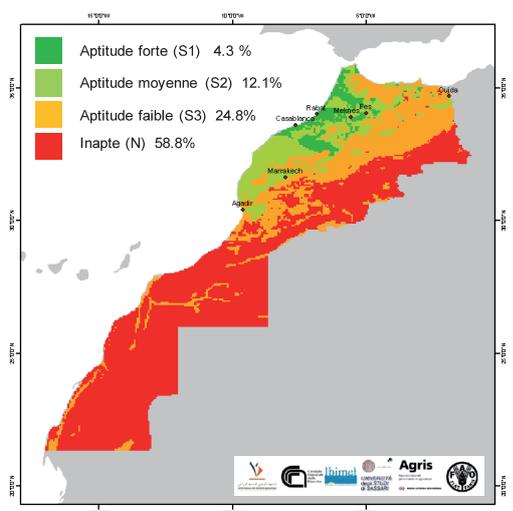
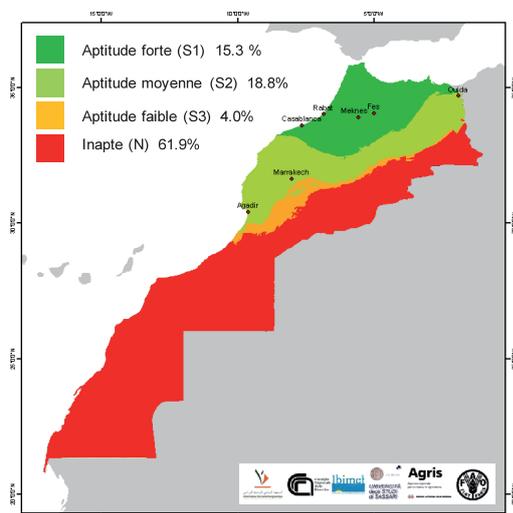
Figure 9 : Répartition territoriale des stations climatiques utilisées sur fond topographique.

⁴ Somme de l'eau évaporée par le sol et transpirée par les plantes.

⁵ Le zéro de croissance est la température la plus basse au dessus de laquelle la croissance est positive et en dessous de laquelle la croissance est nulle. Ce zéro de croissance est assez variable selon les espèces végétales. (Par exemple, 0°C pour le blé).

L'aptitude des terres selon le critère pédologique a été déterminée par la classification des sols selon la méthodologie établie par le Service de conservation des sols du Département de l'Agriculture des Etats-Unis - USDA. La carte FAO-Unesco à l'échelle 1:25 000 000 a servi comme base pour délimiter les unités de sol. Dans le système de l'USDA, les unités cartographiques des terres sont groupées principalement d'après leur capacité à produire des cultures courantes et des plantes fourragères sur une longue période de temps, sans pour autant causer la détérioration du sol.

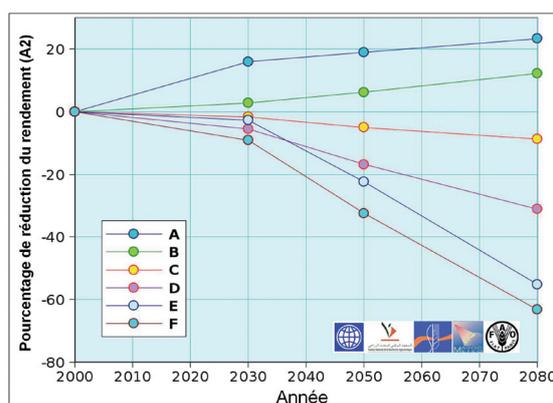
Selon le critère climatique, le pourcentage de la superficie nationale qui est apte à la culture de blé est de 34.1%, alors que les classes d'aptitude faible ou les classes inaptes représentent 66% du territoire national (figure 10a). Par contre, selon le critère pédoclimatique, les superficies qui ont une aptitude forte ou moyenne ne représentent que 16.4% (figure 10b).

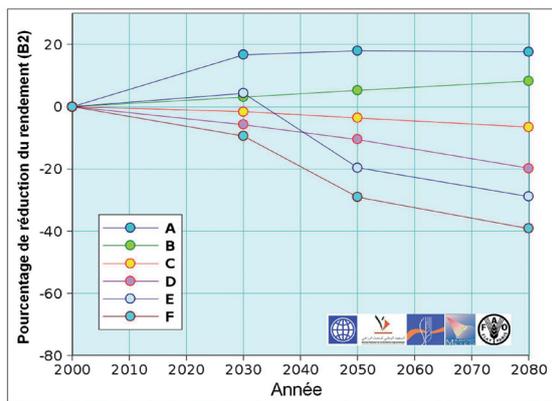


Figures 10 : Cartes d'aptitude des terres à la culture de blé au Maroc pour la période actuelle (moyenne 1973-2006) selon les critères : climatique (10a en haut) et pédoclimatique (10b en bas). La superficie occupée par chacune des classes d'aptitude est indiquée en pourcentage de la superficie nationale.

2.3. Les impacts des changements climatiques sur les productions agricoles

Les projections climatiques sur le Maroc indiquent que l'aridité va progressivement augmenter en raison de la diminution de la pluviométrie et de l'augmentation de la température. Il faut garder à l'esprit que les modèles climatiques prédisent mieux les moyennes que les valeurs extrêmes. Cela veut dire que, si en moyenne l'aridité va augmenter, certaines années peuvent être sporadiquement très pluvieuses. L'augmentation de l'aridité va donc avoir des répercussions négatives sur les rendements agricoles surtout à partir de 2030. Toutes les cultures ne seront pas aussi vulnérables aux changements climatiques. Dans les figures 11a et 11b, on peut remarquer que les cultures pluviales (non irriguées) seront particulièrement affectées par les changements climatiques. Dans une optique où l'eau d'irrigation continuera à être disponible en quantités suffisantes, les cultures irriguées continueront à voir leurs rendements augmenter malgré les changements climatiques. On suppose que l'augmentation de température, couplée à une irrigation qui assure les besoins des cultures, accélérera la croissance des plantes cultivées et donc augmentera les récoltes. Cependant, la disponibilité en eau d'irrigation, même en cas d'augmentation de l'aridité du climat marocain, est une hypothèse qui reste encore à vérifier. De manière générale, les rendements agricoles resteront plus ou moins stables jusqu'à l'horizon 2030, puis baisseront assez rapidement au-delà de cette date, de façon plus marquée dans le cas du scénario A2 (figure 11a) que dans celui du scénario B2 (figure 11b). Toutes les zones agro-écologiques ne seront pas affectées de la même manière par les changements climatiques. Les zones agro-écologiques favorables et intermédiaires seront les plus vulnérables aux changements climatiques.





Figures 11a (haut) et 11b (bas): Pourcentage de réduction des rendements agricoles selon les scénarios A2 et B2, jusqu'à l'horizon 2100 (L'adaptation par le progrès technologique actuel n'est pas prise en compte ici). Les cultures sont rassemblées en « groupes d'impact » A à F qui peuvent être caractérisés comme suit : A: Légumineuses irriguées et fourrages; B: Arboriculture fruitière irriguée et cultures légumières; C: Fourrages et cultures légumières; D: Céréales pluviales et légumineuses; E : Céréales d'automne pluviales; F: Autres cultures pluviales.

3. Les impacts des changements climatiques sur l'aptitude des terres à l'agriculture en zones pluviales

Les terres les plus vulnérables perdront leur vocation à être cultivées en raison des changements climatiques (figure 12). Ce sont les terres les plus arides, principalement au sud et à l'est, qui seront le plus touchées et la zone orientale devient presque entièrement inapte à la culture de blé. Les zones les plus épargnées sont celles situées au nord du pays où la pluviométrie est relativement élevée. Selon le scénario A1B, la superficie des terres qui ont une aptitude forte ou moyenne à la culture de blé passeront de 16.4% du territoire national, actuellement, à 14.1% en 2050 et 10.5% en 2100. Par contre, les terres à aptitude faible ou inaptes à la culture de blé qui occupent actuellement 83.6% de la superficie du pays, représenteront 85.9% en 2050 et 96.5% en 2100.

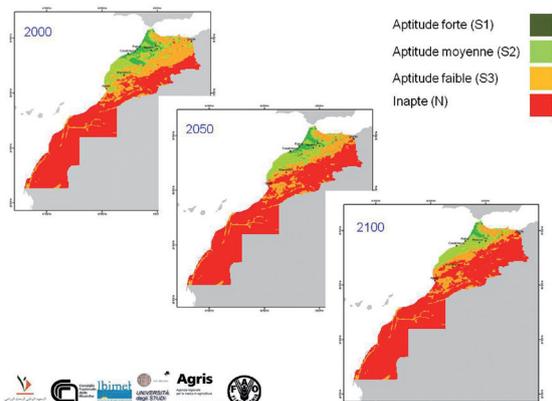


Figure 12 : Impact des changements climatiques sur la vocation agricole des terres. Agriculture pluviale, scénario A1B.

4. Les impacts atténués par le progrès technologique

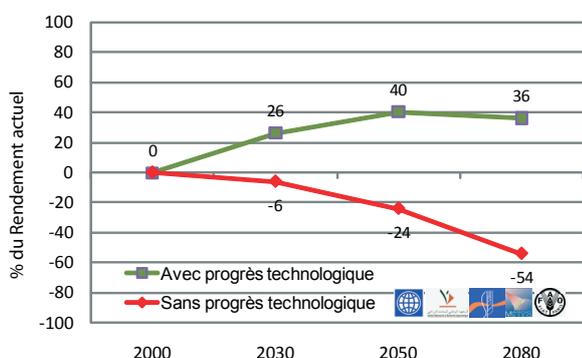
Lorsque l'on étudie la progression des rendements agricoles avec les changements climatiques, mais en tenant compte du progrès technologique réalisé dans notre pays, on se rend compte que les impacts négatifs sont moindres. Le progrès technologique est pris ici dans son sens le plus large, comprenant l'amélioration génétique des plantes cultivées, l'utilisation des fertilisants et pesticides et les techniques de labour. C'est la progression moyenne des rendements des cultures reportés dans les statistiques agricoles de 1979 à 2006. Par exemple, le progrès technologique, que l'on a observé sur les 25 dernières années au Maroc dans les statistiques agricoles, a été en moyenne de 0.2 quintal/ha.an au niveau national aussi bien pour le blé tendre que pour le blé dur. En particulier, ce progrès est le fruit d'un effort important fourni par l'INRA pour créer des variétés, productives et résistantes à la sécheresse et aux maladies, en dépit des aléas climatiques caractéristiques de notre pays.

En stations expérimentales, le gain de rendement peut aller jusque 0.5 quintal/ha.an pour les nouvelles variétés de blé tendre de l'INRA. Dans la figure 13, on peut voir les impacts des changements climatiques sans progrès technologique en rouge et avec progrès technologique en vert pour le blé dur non irrigué au niveau national. Dans le scénario A2, sans progrès technologique, le rendement du blé dur irait toujours en diminuant alors que l'impact peut être atténué en partie par le progrès technologique, tout au moins jusqu'en 2050 (Figure 13). Dans le scénario B2 plus favorable, le progrès technologique peut atténuer l'impact des changements climatiques même jusqu'en 2100. Pour l'orge par exemple, le progrès technologique a été nul du fait que cette culture a été reléguée vers les zones agricoles marginales affectant ainsi négativement son rendement.

Le gap entre la ligne en vert (avec progrès technologique) et en rouge (sans progrès technologique), montre de l'adaptation de notre agriculture aux changements climatiques futurs. Il montre les efforts déployés par la recherche marocaine dans le domaine de l'agriculture en milieux arides à partir du début des années 80. Le progrès technologique le plus spectaculaire se retrouve, par exemple, pour la tomate, la luzerne, la banane, la pomme de terre ou les fourrages. On remarque que les impacts des changements climatiques sont moins importants sur les cultures irriguées et celles pour lesquelles d'importants progrès technologiques ont été réalisés. L'exemple des impacts des changements climatiques sur les

rendements de quelques cultures significatives, dans la zone agro-écologique favorable et selon le scénario A2, est donné en figure 14.

Impacts modérés jusqu'en 2030, et sévères au-delà (scénario A2)



Impacts modérés jusqu'en 2030, maîtrisés au-delà (scénario B2)

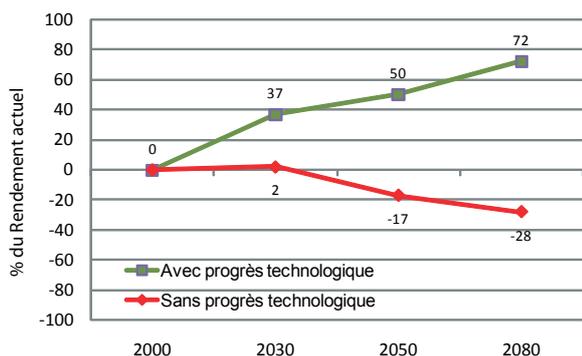


Figure 13 : Impacts des changements climatiques sur le rendement du blé dur pluvial au Maroc. 13a (haut) : impacts modérés jusqu'en 2030 et sévères au-delà, selon le scénario A2 ; 13b (bas) impacts modérés jusqu'en 2030, et maîtrisés au-delà.

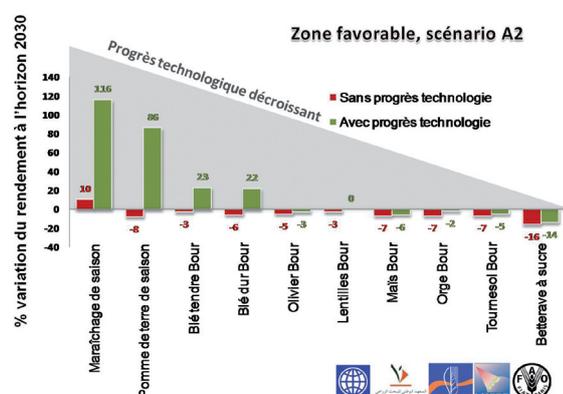


Figure 14 : Impact des changements climatiques en fonction du progrès technologique réalisé sur les cultures, dans la zone agro-écologique Favorable, selon le scénario A2.

5. Les incertitudes concernant les impacts

Les modèles physiques sur lesquels reposent les projections climatiques prévoient mieux les valeurs moyennes de pluie et de température que leurs extrêmes. Il en découle, que les impacts prévus dans le futur représentent des moyennes de valeurs qui peuvent parfois fluctuer fortement d'une année à l'autre. Les prévisions de rendements diffèrent très peu entre les scénarios A2 et B2 jusqu'en 2030⁶. Au delà de cette date, et jusqu'en 2100, des divergences énormes existent entre les scénarios en raison des incertitudes liées aux quantités de gaz à effet de serre qui seront réellement émises dans l'atmosphère, de la dynamique⁷ du secteur agricole, et de la capacité d'adaptation de l'agriculture marocaine. Pour cette raison, les estimations d'impact sont fiables jusqu'en 2030 et vraisemblables au-delà.

Cependant, l'amplitude des changements climatiques attendus à long terme est telle qu'un renversement de tendance est peu probable. Ces prévisions d'impact sur les productions agricoles sont largement tributaires des modèles climatiques développés par les climatologues et ne sont valables que pour les conditions actuelles de l'agriculture marocaine. En d'autres termes, des altérations des systèmes de production actuels tels que la gestion de l'eau, l'affectation des terres, l'amélioration variétale, les cultures existantes ou l'adaptation des agriculteurs aux changements climatiques peuvent modifier les prévisions d'impact. Il faut bien comprendre que l'on essaye de mettre sous forme d'équations mathématiques des relations complexes entre les rendements agricoles et des scénarios futurs. Les incertitudes liées aux projections d'impacts sont principalement dues à notre difficulté à imaginer le monde de demain, aux imperfections des modèles climatiques, aux techniques de réduction d'échelle ainsi qu'aux erreurs statistiques inhérentes aux données d'entrée utilisées.

6. Conclusion

Les estimations d'impact des changements climatiques sur les productions agricoles sont plausibles sur les 20 prochaines années. Pour le futur plus lointain, l'amplitude des changements climatiques prévus est telle qu'un renversement des tendances est peu probable. Il ressort de cette étude que le progrès technologique (amélioration des rendements agricoles en conditions arides et

⁶ Assez logiquement, les différences entre scénarios sont plus faibles pour les cultures irriguées que pour les cultures pluviales.

⁷ Nous incluons dans ce terme les diverses tendances actuellement observées au Maroc, qui répondent à des logiques économiques, environnementales etc.

semi-arides), l'irrigation (gestion de l'eau au niveau de la parcelle agricole, du bassin versant et de la région) et l'utilisation des terres selon leur vocation agricole sont des leviers importants d'adaptation aux changements climatiques.

La mise en commun des efforts et de l'expertise d'institutions nationales (MAPM, INRA et DMN) et internationales (BM et FAO) a permis de lever des difficultés opérationnelles et méthodologiques et, surtout, d'assurer un «contrôle de qualité» dans toutes les phases d'analyse de cette étude. Il est important de savoir que plus de 68790 données ont été générées durant l'analyse des impacts, soit presque un «travail d'usine». Pour terminer, on peut dire que les résultats trouvés peuvent trouver des applications pratiques immédiates, dans les processus de prise de décision en agriculture, et ajoutent une composante prospective aux politiques de développement agricole et de sécurité alimentaire au Maroc.

D. Conservation des ressources phyto-génétiques

1. La banque de gènes du Maroc

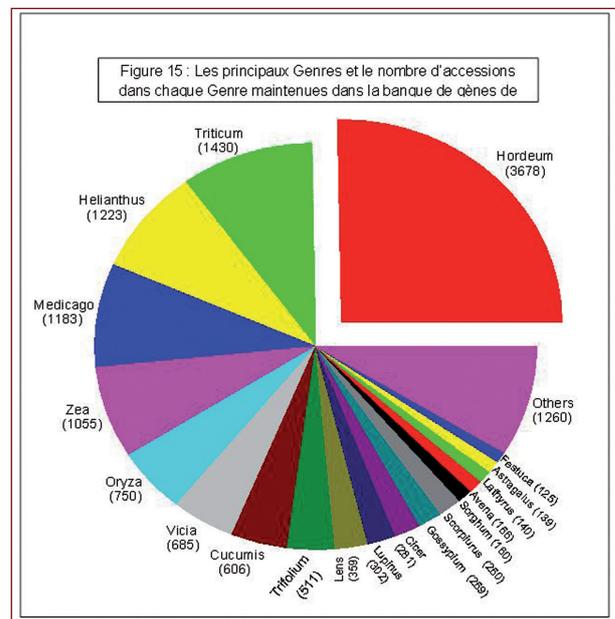
Le Maroc est l'un des pays les plus riches en biodiversité à l'échelle méditerranéenne. En effet, la flore vasculaire marocaine compte environ 4500 espèces réparties sur 930 genres et 130 familles. Les connaissances actuellement disponibles permettent d'affirmer que 1641 taxa sont rares ou menacés dont plus des deux tiers sont très rares. Le nombre total d'espèces endémiques est de 1350 taxa dont environ deux tiers spécifiques au Maroc. Dans la flore marocaine, 407 taxa renferment toutes les plantes à usage alimentaire, médicinal ou aromatique, pastoral, ornemental et industriel et les parents ou voisins sauvages de formes cultivées. Cependant, cette biodiversité subit diverses pressions naturelles ou humaines (surexploitation des ressources naturelles, déforestation, surpâturage, urbanisation, sécheresse, pollution) favorisant son appauvrissement et la disparition d'espèces et de variétés.

Conscient du problème de l'érosion phyto-génétique et afin de protéger le patrimoine génétique national et d'assurer son utilisation durable, l'INRA a opté pour la création d'une banque de gènes centrale pour fédérer toutes les activités et organiser la conservation ex situ. Cette banque présente une capacité de 65.000 accessions, dépassant les besoins du pays, et peut assurer ceux de la région. Les collections maintenues, jusqu'à présent, regroupent 23000 accessions réparties en 87 genres et des centaines d'espèces (figure 15).

Les objectifs de la banque de gènes est de procéder à la multiplication et à la régénération au champ de différentes espèces annuelles et pérennes, à l'évaluation et à la caractérisation du matériel conservé ou à conserver, au rapatriement des espèces marocaines détenues par les organismes et institutions internationales, et à la collecte de nouvelles accessions de différentes espèces d'intérêt agricole.

2. Parcs à bois

L'INRA maintient différents parcs à bois (conservation in situ) dans ses domaines expérimentaux. Actuellement, environ 6500 clones de différentes espèces d'agrumes, d'amandier, de figuier, d'olivier, de palmier dattier, de caroubier, de cactus... sont maintenus, respectivement, à ElMenzeh, Ain Taoujdate, Tassaout, Zagora et Agadir. L'objectif à long terme de ces collections est la conservation et l'utilisation des ressources phyto-génétiques de ces espèces. Les objectifs à court et à moyen terme visent principalement le soutien des programmes nationaux d'amélioration pour le développement de variétés adaptées aux différentes conditions, l'échange de l'information et du matériel génétique à travers l'exploration, l'introduction, la gestion des données et le développement de germoplasme de différentes espèces, la collecte des espèces, la préparation, le conditionnement, la distribution, le stockage, la régénération, et l'actualisation des données passeports, et la création d'une base de données informatisée caractérisant les espèces conservées.



E. Création variétale

L'Institut National de la Recherche Agronomique entreprend des programmes d'amélioration génétique sur plusieurs espèces depuis le début du 20^{ème} siècle. La recherche variétale, étant située à l'amont des filières de production, est tenue de répondre aux exigences des différents intervenants, sur toute la chaîne de production, qui sont traduites en termes de critères de sélection variétale. Les variétés actuellement disponibles ont certainement répondu aux attentes du planificateur, de l'agriculteur et de l'utilisateur du point de vue productivité, qualité et rentabilité. Les travaux d'amélioration génétique continuent toujours dans le but de hisser les espèces cultivées au rang de standards internationaux tout en assurant une adaptation optimale aux conditions écologiques et socioculturelles marocaines.

Les variétés modernes sont de loin plus productives, plus adaptées et plus stables que celles connues au début de l'indépendance. Ainsi, des caractéristiques importantes ont été introduites par étape :

- L'adaptation agronomique (durée du cycle, la hauteur des plants et résistance à la verse dans le cas des céréales, la précocité pour échapper aux stress de fin de cycle, potentiel de productivité).
- L'amélioration de la qualité technologique, surtout pour le pain et les semoules pour les céréales, la qualité et la teneur en huile pour l'olivier.
- La tolérance au stress abiotiques (sécheresse et hautes températures) ont été progressivement améliorées.
- La résistance aux maladies et insectes ravageurs tels que la rouille brune et les pourritures racinaires et la résistance à la cécidomyie chez les céréales a été identifiée et incorporée dans des variétés adaptées au Maroc. La résistance à la cécidomyie pourra assurer une production importante en années de sécheresse et sous forte infestation lorsque les autres variétés ne produiraient pas du tout.

1. Variétés des céréales

Pour les céréales, les travaux d'amélioration génétique à l'INRA ont abouti à la création d'une large gamme de variétés productives, adaptées aux différentes zones agro-écologiques et résistantes aux principales maladies et ravageurs. Les tableaux 1, 2 et 3 résument, respectivement, les variétés de blé tendre, de blé dur et d'orge développées par l'INRA depuis 1984 avec leurs principales caractéristiques.

Tableau 1 : Variétés de blé tendre de l'INRA avec leurs principales caractéristiques.

Variété	Aire d'adaptation	Principales caractéristiques	Année inscription
MARCHOUCH	Bour favorable, Semi aride, Montagne	Semi-précoce, bonne qualité pain	1984
SIBARA	Bour favorable	Semi-précoce, bonne qualité pain et couscous	1985
SAIS	Adaptation large	Souple, vigoureuse, bonne qualité biscuit	1985
SABA	Sais	Souple, Semi précoce, bonne qualité pain	1987
KANZ	Bour intermédiaire, semi aride, montagne	Souple, Tolérante à la sécheresse, bonne qualité pain et couscous	1987
ACHTAR	Irrigué, bour favorable, montagne	Souple, Tolérante à la Septoriose, bonne qualité pain et couscous	1988
BARAKA	Bour intermédiaire, semi aride	Souple, Tolérante à la sécheresse, bonne qualité pain et couscous	1988
KHAIR	Adaptation large	Souple, Tolérante à la sécheresse, bonne qualité pain et couscous	1988
SAADA	Abda	Résistante à la cécidomyie, bonne qualité pain	1988
TILILA	Irrigué, bour humide (Nord-ouest), bour favorable, semi aride	Souple, Tolérante à la sécheresse, bonne qualité pain et couscous	1989
MASSIRA	Bour favorable, Bour intermédiaire, semi aride, terre saline	Souple, Tolérante à la cécidomyie, bonne qualité pain et couscous	1992
MEHDIA	Irrigué, bour humide (Nord-ouest), bour favorable, bour intermédiaire	Souple, productive, bonne qualité pain	1993
RAJAE	Bour humide (Nord-ouest), bour favorable, terre saline	Souple, tolérante à la septoriose, bonne qualité pain	1993
AMAL	Adaptation large	Souple, tolérante à la septoriose, bonne qualité pain	1993
POTAM2	Adaptation large	Résistante à la cécidomyie, bonne qualité biscuit	1995
SAIS2	Adaptation large	Résistante à la cécidomyie, bonne qualité biscuit	1995
ARRIHANE	Irrigué, bour humide (Nord-ouest), bour favorable, semi aride	Résistante à la cécidomyie, bonne qualité pain et couscous	1996
AGUILLAL	Bour intermédiaire, semi aride	Résistante à la cécidomyie, bonne qualité pain et couscous	1996

Tableau 2 : Variétés de blé dur de l'INRA avec leurs principales caractéristiques.

Variété	Aire d'adaptation	Principales caractéristiques	Année inscription
MARZAK	Large adaptation	Très Productive., Hauteur moyenne, Précocité moyenne, assez bonnes valeurs semoulière et boulangère	1984
KARIM	Large adaptation, irrigué	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité moyenne, bonne valeur boulangère, pâte	1985
MASSA	Large, Bour favorable, Altitude moyenne	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité moyenne, bonnes valeurs semoulière et boulangère	1988

OUM RABIA	Adaptation Large, Semi aride	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonne valeurs semoulière et boulangère	1988
SEBOU	Adaptation Large, Semi aride	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonne valeur semoulière	1987
JAWHAR	Adaptation Large, Irrigué	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1993
ANOUAR	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, bonnes valeurs semoulière et boulangère	1993
YASMINE	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1993
AMJAD	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1995
TAREK	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1995
OURGH	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1995
MARJANA	Adaptation Large	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1996
TOMOUH	Adaptation Large, Nord, Altitude moyenne	Très Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne, bonnes valeurs boulangère, semoulière et pâte	1997
IRDEN	Semi aride poussé	Résistante cécidomyie, Hauteur moyenne, Bonne précocité. Bonne valeurs boulangère.	2002
NASSIRA	Semi aride	Résistante cécidomyie, Hauteur moyenne, Bonne précocité. Bonne valeurs boulangère.	2002
CHAOUI	Semi aride poussé	Résistante cécidomyie, Hauteur moyenne, Bonne précocité. Bonne valeurs boulangère.	2003

AMRIA	Semi aride	Résistante cécidomyie, Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne bonnes valeurs boulangère, semoulière.	2003
MAROUANE	Semi aride poussé	Résistante cécidomyie, très Productive, Hauteur moyenne, précocité Moyenne bonnes valeurs boulangère, semoulière.	2003
FARAJ (ICAMMORE)	Adaptation semi aride /favorable	Résistante cécidomyie, Productive, Hauteur moyenne, Précocité Moyenne bonnes valeurs boulangère et semoulière.	2005
IDYN11	Bonne qualité technologique	Productive, bonne couleur et qualité technologique.	2008

Tableau 3 : Variétés d'orge de l'INRA avec leurs principales caractéristiques.

Variété	Aire d'adaptation	Principales caractéristiques	Année inscription
ACSAD 60	Arides et semi arides	2 rangs Précoce, résistante à la rayure réticulée	1984
ACSAD 176	Semi aride	6 rangs Précoce, résistante à la rayure réticulée	1984
ASNI	Semi aride bour favorable et l'irrigué	2 rangs, cycle de 128 jours, résistante à l'oïdium	1984
TAMELALAT	Semi aride	2 rangs, cycle de 118 j, résistantes aux rouilles et oïdium	1984
TISSA	Bour favorable et l'irrigué	2 rangs, cycle de 142 j, résistante à la rouille brune et oïdium	1984
ACSAD 68	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, moyennement tardive	1985
AGLOU	Bour favorable semi aride et aride	2 rangs, cycle de 127 jours, résistante à la rayure réticulée	1988
TIDDAS	Irrigué	6 rangs, cycle de 125 jours, résistante aux rouilles et oïdium	1988
AZILAL	Zones semi arides et arides	cycle de 118 jours, résistante aux rouilles et oïdium	1989
LAANACEUR	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, cycle de 135 jours	1991
TAFFA	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, cycle de 115 jours, résistante à la rouille brune et oïdium	1994
MASSINE	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, moyennement précoce	1994
OUSSAMA	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, moyennement précoce	1995
AMIRA	Bour favorable et semi aride	6 rangs, moyennement précoce, résistante à la rouille brune et oïdium	1996
IGRANE	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, moyennement précoce, résistante à la rouille brune et oïdium	1996
AMALOU	Arde et semi aride	6 rangs, Précoce, résistante à la rouille brune et oïdium	1997
ADRAR	Nord ouest et montagnes	6 rangs, moyennement tardive, résistante à la rouille brune et oïdium	1998
FIRDAWS	Bour favorable semi aride et aride	6 rangs, moyennement précoce, résistante à l'oïdium	1998

Le progrès génétique réalisé en matière de productivité a été substantiel. Pour le blé dur, les progrès réalisés ont permis un gain moyen annuel de productivité de 2.8%. Pour le blé tendre, le progrès génétique réalisé depuis le début du siècle dernier dépasse les 2% par an en moyenne. Depuis le début des années 80 jusqu'à 2007, il a été constant et équivalent à 1,13% par an. Il est représenté par la pente de l'évolution au cours du temps des gains de rendement réalisés par les meilleures variétés nouvelles par rapport à la meilleure variété qui les a précédées.

La part des variétés de l'INRA dans le Catalogue Officiel Marocain dépasse 42% (Figure 16). Aussi, la contribution des variétés de l'INRA à la production des semences certifiées et commercialisées dépasse 76% (Figure 17). Ceci illustre l'impact des variétés de l'INRA dans la production céréalière du pays.

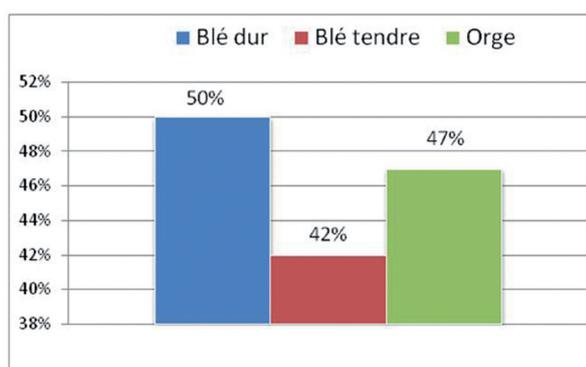


Figure 16 : Part des variétés de l'INRA dans le Catalogue Officiel.

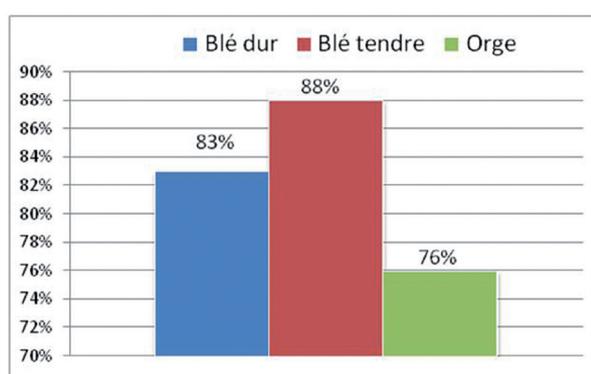


Figure 17 : Contribution des variétés de l'INRA à la production des semences certifiées et commercialisées.

La résistance du blé à la mouche de Hesse : un exemple d'impact sans équivoque

La mouche de Hesse (cécidomyie) cause des dégâts importants à la production des blés dans les zones semi arides (chute de 30 à 100 % du rendement) engendrant ainsi une perte annuelle estimée à 200 millions de dirhams.

La création de 4 variétés de blé tendre (Saada, Massira, Aguila et Arrihane) et 6 variétés de blé dur (Irden, Marwane, Nassira, Amria, Chaoui et Faraj) résistantes à la mouche de Hesse permettent de réaliser des rendements en grain 2 à 3 fois plus élevés en comparaison avec les variétés sensibles. Des calculs économiques ont permis de mettre en évidence un Taux de Rentabilité Interne de 39% pour l'investissement dans une telle recherche.

2. Variétés d'olivier très performantes

Le matériel végétal de l'oliveraie nationale est désormais constitué d'une variété poly-clone, aux caractères très hétérogènes touchant plus particulièrement celui de sa productivité. Une grande proportion d'arbres est en fait dotée d'un faible potentiel de production, ce qui entraîne une stagnation des rendements. En effet, l'analyse de l'évolution de la production oléicole depuis les années de 1970 à 2005 montre une stabilité du rendement autour d'une tonne à l'hectare.

Pour contribuer à améliorer la production oléicole sur les plans quantitatif et qualitatif, l'INRA a conduit et réalisé les travaux d'amélioration génétique qui visent à améliorer les performances productives individuelles des plants d'oliviers en vue de leur diffusion auprès d'exploitations oléicoles de notre pays.

Deux têtes de clones performants au sein de la variété population nationale «Picholine marocaine» ont été sélectionnées sur la base de leurs performances agronomiques et technologiques. Il s'agit des variétés «Haouzia» et «Ménara». Ces variétés se caractérisent par :

- une production moyenne supérieure à 30 Kg /arbre entre 3 et 10 ans d'âge,
- une entrée en production rapide (3^{ème} année après la plantation),
- une alternance réduite de 30% par rapport à la Picholine marocaine,
- une tolérance à la maladie de "l'oeil de paon" commune au Maroc,
- une teneur importante en huile de 23 à 24 % par rapport à la matière fraîche,
- une aptitude technologique à la conservation en olives de table,
- un taux d'acidité inférieur à 0.22%.

Grâce à sa stabilité et sa teneur élevée en acide oléique et en poly-phénols, l'huile de ces variétés a été classée au deuxième rang devant toutes les huiles des variétés de la collection mondiale d'olivier de Cordoue par l'INIA de Jaén (Espagne).

Une nouvelle variété à huile, productive et à plus faible taux d'acidité «NRA ManzxpI» est en cours de protection. En outre, de nouvelles variétés naines sont en cours de création pour les vergers à haute densité.

L'impact des deux variétés Haouzia et Menara sur le secteur s'est traduit par leur diffusion à grande échelle par le biais de plus de 50 conventions avec les pépiniéristes multiplicateurs de plants dans différentes régions oléicoles du pays. Par ailleurs, la demande en plants de ces deux variétés est en nette augmentation (Tableau 4). Les chiffres enregistrés au cours de ces quatre dernières années situent la contribution moyenne des deux variétés dans les nouvelles plantations à 50%.

Actuellement, plus de 10 millions de plants certifiés de ces deux variétés ont été produits et diffusés auprès des oléiculteurs.

Tableau 4 : Contribution en quantité et en pourcentage des variétés Haouzia et Menara dans les nouvelles plantations

Années	Nombre de plants diffusés de Haouzia et Menara	Contribution en % dans les nouvelles plantations au niveau national
2005	526 000	30.0
2006	974 000	37.5
2007	1 870 000	50.5
2008	2 500 000	50.0

Source : DPV, Division Horticulture (2008)

3. La création variétale pour la reconstitution de la palmeraie

L'INRA dispose d'un riche patrimoine dattier. En effet, plus de 250 variétés ont été inventoriées. Egalement, plus de 2300 têtes de clones présentant une bonne qualité de production suite à la sélection massale dans toutes les palmeraies ont été sélectionnées. Une dizaine de palmiers mâles pollinisateurs ont aussi fait objet de sélection.

Les travaux de sélection ont abouti à la création de la première variété de palmier dattier résistante au bayoud et de qualité «Najda» et six autres clones résistants au bayoud en cours d'inscription.

Pour la multiplication de ces variétés trois voies de multiplication sont utilisées: organogénèse, embryogénèse somatique et multiplication à partir des inflorescences. Actuellement, et grâce à la production industrielle, des plants pour la reconstitution de la palmeraie en partenariat avec le secteur privé, plus de 420.000 plants dont 120.000 de variété Najda ont été distribué aux agriculteurs.

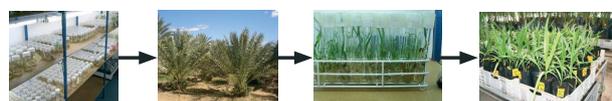


Photo 1: Multiplication du Palmier par les techniques in vitro.

4. La création variétale pour la filière agrumicole

Dans l'objectif de la diversification variétale et clonale en vue d'obtenir des variétés ou clones plus précoces ou plus tardives d'agrumes, l'INRA a mis au point un matériel génétique très performant répondant aux critères précités.

Parmi les variétés développées par l'INRA, il y a lieu de citer :

Pour le mandarinier : Création de la variété Nadocott, sans pépin, facilement épluchée, à production échelonnée (janvier - mars). Actuellement, une superficie d'environ 17 500 ha, soit 15 millions de plants, est plantée à travers le monde (USA, Espagne, Maroc, Afrique Sud, autres pays hémisphère Sud).

Egalement, huit nouveaux clones de mandarinier sont en cours d'inscription au Catalogue National. Ces clones sont productifs, précoces et à cycle de production échelonné.

Pour l'oranger : Cinq nouveaux clones sont en cours d'inscription au Catalogue National, juteux, fruit de calibre d'exportation et à cycle de production échelonné.

Introduction et adaptation de porte-greffes tolérants à la Tristeza et adaptés aux conditions pédoclimatiques du Maroc : En effet, 40 nouveaux porte-greffes ont été introduits, et sont en évaluation dans les principales régions agrumicoles, pour le remplacement du Bigaradier afin d'éviter le danger de la maladie de la Tristeza.

Détermination de meilleures combinaisons variétés/ porte-greffes pour différentes régions agrumicoles.

F. Techniques d'Aridoculture : Conservation des eaux et des sols

Le milieu aride et semi-aride marocain représente près de 68% des terres agricole. Dans ce milieu, l'eau constitue le facteur majeur limitant la production agricole. Les disponibilités hydriques sont déterminées par une pluviométrie faible et aléatoire, des sols généralement peu profonds à capacité de stockage en eau insuffisante et des températures élevées en fin, et parfois, en début du cycle des cultures. Ceci se traduit par un potentiel de production limité et fortement variable. Les maladies et ravageurs, interviennent aussi pour amplifier le caractère aléatoire des productions agricoles dans ces zones.

La pression sur la terre s'est traduite par le recours, croissant, à la monoculture céréalière, à l'exploitation des terres marginales et au surpâturage des parcours. Il en résulte une exploitation «minière» du milieu concrétisé par une diminution de la

productivité et une dégradation des ressources naturelles (sol, végétation, eau), entraînant une fragilisation préoccupante du milieu que les techniques de production actuelles pratiquées ne font qu'aggraver.

L'aridoculture constitue l'ensemble des technologies et des connaissances pour la mise en valeur durable des zones arides et semi-arides. Dans le cas de la conservation des eaux et des sols, des technologies ont été mises au point dans le souci d'augmenter et de stabiliser la production agricole de manière durable, mais aussi d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau et des intrants.

En effet, en matière d'économie et d'efficacité d'utilisation de l'eau, l'INRA dispose d'une base de données importante en matière de caractérisation du climat et des sécheresses et de caractérisation agro-écologique, de développement d'outils d'aide à la prise de décision en agriculture pluviale (utilisation de l'agro climatologie, les systèmes d'informations géographiques et la télédétection spatiale pour la caractérisation des sécheresses) pour mieux cibler les actions de recherche et de transfert de technologies adaptées aux différents environnements physiques des zones arides et semi-arides.

Des variétés améliorées de blé dur, orge, pois chiche, lentille et cultures fourragères adaptées ont été développées et qui se caractérisent par une plus grande plasticité vis-à-vis des fluctuations environnementales. Ce comportement est le fait de précocités optimales, d'une meilleure tolérance à la sécheresse et d'un bon niveau de résistance aux maladies et insectes ravageurs.

Pour la gestion intégrée des cultures, au niveau des modalités de semis des céréales et des légumineuses alimentaires, il a été démontré que le semis précoce permet des gains de rendements de plus de 40% par rapport au semis tardif. Les doses de semis préconisées sont de 100 kg/ha pour les blés, 80 kg/ha pour l'orge, 90 kg/ha pour le pois chiche, et 50 à 60 kg/ha pour la lentille. Au niveau de la fertilisation des cultures, l'élaboration des méthodes d'analyse des sols et des normes de fertilisation des céréales et des légumineuses ont permis de mieux raisonner la fertilisation minérale (calibration des analyses du sol). Le recours par les agriculteurs à cette méthode pourrait dégager des économies importantes en éléments fertilisants. Quant au désherbage chimique précoce des céréales et des légumineuses, il permet de réduire le gaspillage d'eau et de favoriser son utilisation par les cultures. Une large gamme d'herbicides efficaces pour le contrôle des adventices dicotylédones ou graminées infestant les

céréales existe. Les gains de rendement enregistrés peuvent atteindre 20 à 30%.

La lutte intégrée dans le système prédominant blé/légumineuse, dont les acquis ont permis le diagnostic de l'importance des maladies des céréales et légumineuses, le développement de méthode de lutte biologique contre les maladies cryptogamiques des céréales, l'identification de méthode adéquate de surveillance des maladies des céréales et d'estimation des niveaux d'attaque au champ, l'estimation des pertes de rendement dues aux différentes maladies cryptogamiques, l'identification des principales maladies virales sur céréales, la contribution dans le développement de matériel génétique résistant aux maladies et insectes des céréales et des légumineuses, la cartographie de l'incidence et de la sévérité des principales maladies des céréales et légumineuses alimentaires, et les méthodes de lutte biologique.

L'irrigation d'appoint consistant en l'apport d'une quantité optimale d'eau au moment le plus opportun pour améliorer et stabiliser les rendements en permettant des économies d'eau, tout en conciliant entre les faibles disponibilités hydriques et le besoin d'un niveau de production sécurisant et peu variable. Elle permet de garantir des gains significatifs de rendement allant de 70 % à plus de 100 % grâce à l'apport d'une à deux irrigations de 60 à 70 mm au stade tallage ou/et au stade épiaison. La valorisation de l'eau se trouve ainsi améliorée.

En matière de gestion conservatoire de l'eau et des sols, le système de semis direct est une alternative incontournable pour les zones arides et semi-arides marocaines. Le semis direct permet des meilleures efficacités d'utilisation de l'eau (augmentation jusqu'à 60%), des économies d'énergie (réduction de la consommation d'énergie jusqu'à 70%) et de temps, améliore le taux de la matière organique (enrichissement de 3 à 14%), et assure des gains de rendement à long terme (de l'ordre de 30 à 40%) (Figure 18).

D'autres acquis de l'INRA dans ce domaine concernent entre autres les techniques de récolte des eaux pluviales dans zones semi arides et arides, le semis en ados comme une technique prometteuse de semis des céréales en irrigué permettant une économie d'eau et d'intrants, l'évaluation de l'impact de l'utilisation des eaux usées en agriculture sur l'écosystème et la santé humaine, la détermination des normes d'interprétation des analyses de sol pour une meilleure fertilisation des cultures, la pratique de la jachère et la gestion intégrée des ressources naturelles.

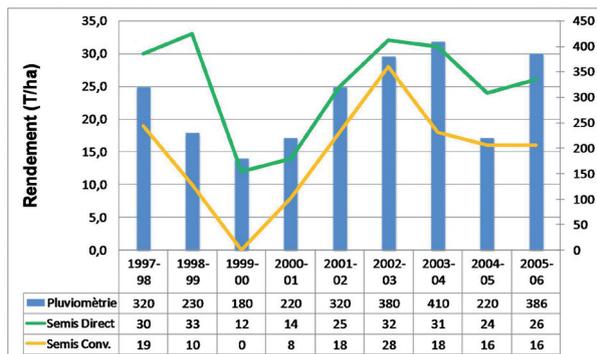


Figure 18 : Rendement du blé sous système semis direct et semis conventionnel en fonction de l'année climatique.

G. Machinisme agricole

L'objectif des recherches en équipement agricole consiste en le développement de machines et d'outils pouvant réaliser les interventions agricoles à temps et à moindre coût. Parmi ces équipements produits par l'INRA, il y a lieu de citer :

- Le sweep, outil à lames et à traction mécanique conçu pour le minimum labour et la lutte contre les mauvaises herbes sans retourner le sol. Un prototype a été développé et breveté;
- Le semoir no-labour, machine combinée à traction mécanique pour le semis direct des céréales et l'épandage d'engrais. Un prototype a été développé et sa commercialisation a été entamée;
- Le semoir mono-grains, machine à traction mécanique pour le semis de précision du maïs et du pois chiche. Un prototype a été développé;
- La bineuse, outil à traction mécanique pour l'entretien des cultures en lignes (maïs, légumineuses, tournesol). Un prototype a été développé;
- La batteuse à poste fixe, machine automotrice pour le battage des céréales après fauchage. Elle est destinée aux petites exploitations et aux zones enclavées (oasis) ou montagneuses. Une dizaine de machines ont été produites et testées à travers le Maroc;
- La faucheuse/andaineuse, machine autotractée pour la récolte et l'andainage;
- Un nouveau pulvérisateur, outil développé pour une utilisation rationnelle des pesticides, une économie d'eau de 50 % et de temps de travail de 60% par rapport au pulvérisateur à dos commercial tout en assurant une répartition homogène de la bouillie;
- Petit pulvérisateur roulant (version poussée);
- Petit pulvérisateur roulant automoteur (version automotrice);
- Cellule de mesure optique de la concentration de dose d'un pesticide appliqué par un pulvérisateur agricole;
- Développement de matériel d'application de pesticide pour le désherbage de la ligne ferroviaire de l'ONCF et production de manuel d'utilisation et de réglage.

III. Conclusion

L'INRA est une institution publique leader nationale dans plusieurs domaines de recherche appliquée en agriculture. L'offre de l'INRA en matière de savoir scientifique, d'outils d'aide à la prise de décision en agriculture ainsi que de technologies adaptées aux besoins des agriculteurs est destinée à répondre aux impératifs de sécurité alimentaire du pays et de compétitivité d'un secteur agricole à haute valeur ajoutée. Le Plan Maroc Vert est une opportunité et en même temps un défi pour les chercheurs de. L'INRA grâce à ses acquis, d'une part, et son implantation régionalisée, d'autre part, l'INRA est prête à assurer un rôle d'accompagnement technologique et d'expertise scientifique pour la mise en œuvre des projets du Plan Maroc Vert dans ses dimensions régionales et nationales ainsi que pour développer les projets de développement inscrits dans le cadre des deux piliers de ce plan.

Les exigences du Plan Maroc Vert incitent les chercheurs à continuer les recherches sur :

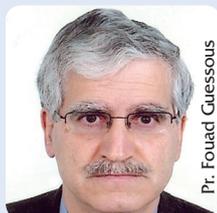
- la mise à niveau des filières agricoles et l'augmentation de leur compétitivité (productivité, durabilité et valorisation) et le suivi-évaluation des technologies adoptées;
- la caractérisation agro-écologique du milieu et de ses aptitudes agricoles des terres (Cartes de Vocations des Terres);
- la connaissance des ressources naturelles et leur préservation et valorisation durable (sol, eau, biodiversité);
- L'avertissement agricole et les outils d'aide à la prise de décision face aux aléas climatiques;
- les études sur les systèmes de production et le milieu socio-économique et institutionnel;
- l'étude des politiques agricoles et l'analyse de la modélisation de leur impact sur les systèmes de production et les exploitations et les ressources naturelles.

Par ailleurs, sur le plan de la coopération et du partenariat, comme de part le passé, en tant qu'institution ouverte sur son environnement, l'INRA ne ménagera aucun effort pour le renforcement et le développement de partenariats à tous les niveaux: international, national et régional et avec tous les acteurs concernés, notamment les organisations professionnelles. Des partenariats diversifiés sont novés, recherche de base, R&D, renforcement des capacités des ingénieurs, techniciens et jeunes agriculteurs, professionnels, intégration recherche formation.

Conscient du rôle que peuvent jouer les Agropoles et les Agrotechs au niveau régional, et la position stratégique en tant qu'acteur principal fédérateur de la recherche au niveau régional, l'INRA est prédisposé à mettre à profit ses services et ses expertises afin de leur permettre de jouer pleinement leurs rôles dans la valorisation des produits agricoles au bénéfice des acteurs régionaux.

La recherche agricole à l'IAV Hassan II : Cas du domaine animal

Pr. Fouad Guessous
et
Pr. Mohammed Sadiki
Institut Agronomique et
Vétérinaire Hassan II (IAV)
Rabat, Maroc.



Pr. Fouad Guessous

Résumé

Innovatrice et au service de la formation et du développement durable, la recherche conduite à l'IAV s'inscrit dans le système national de recherche agronomique et tient compte des exigences de formation par la recherche, des priorités nationales et des besoins des partenaires. Cette recherche peut être de nature fondamentale et stratégique, comme elle peut être finalisée pour la création de technologies, ou encore de nature adaptative ou vérificative pour mesurer la faisabilité technique, la rentabilité économique et l'acceptabilité sociale de ces technologies.

L'IAV a développé un modèle efficient de la formation par et pour la recherche et continue d'y attacher une grande importance. L'un des principaux succès en matière de recherche-développement résulte de l'approche multidisciplinaire scientifique et technologique qui caractérise ses projets. En effet, la situation de l'IAV est unique en ce sens grâce à la diversité des domaines et des secteurs couverts par ses compétences. Durant le parcours de l'établissement, des acquis et des réalisations importantes ont vu le jour.

Compte tenu de la diversité des recherches effectuées à l'IAV, les résultats et les acquis sont aussi diversifiés. Dans un effort de structuration de sa recherche, l'IAV s'est récemment doté d'une Direction de la Recherche Scientifique et de la Formation Doctorale, structure horizontale appelée à jouer un rôle mobilisateur pour redynamiser la recherche.

La nouvelle stratégie de l'agriculture "Plan Maroc Vert" constitue un cadrage pour les activités de recherche-développement de l'IAV Hassan II qui sont canalisées, selon trois dimensions:

- **Approche transversale** : Développer les concepts, méthodes et outils pour améliorer les performances environnementales des procédés utilisés.

- **Approche système- environnement** : Favoriser la convergence des initiatives et la mise en place des politiques agro-écosystémiques pour l'optimisation de la production en harmonie avec les potentialités régionales.

- **Approche filière** : Développer des recherches qui aboutissent à des solutions innovantes en matière de techniques, d'outils et de méthodes pour l'amélioration des différents maillons des chaînes de production des différentes spéculations agricoles depuis la parcelle jusqu'au consommateur.

Partant de cette base, parmi les axes principaux de recherche, les activités dans le domaine animal constituent une composante très importante. Elles concernent la biodiversité animale, les biotechnologies appliquées à la génération des données scientifiques pour la connaissance des espèces, l'amélioration des performances animales en harmonie avec les potentialités régionales et l'adaptation aux stress abiotiques, notamment sous l'effet des changements climatiques, la transformation en assurant l'hygiène et la qualité, la lutte contre les maladies animales et la prévention de la santé publique vétérinaire. Les dimensions économique, sociologique et environnementale sont observées selon des approches d'intégration et de recherche participative. Quatre exemples ont été choisis pour illustrer les approches et résultats très nombreux et significatifs obtenus au cours des 25 dernières années par les équipes de l'IAV dans le domaine des sciences et de la médecine animales : petits ruminants, biotechnologies, dromadaire et maladies émergentes.

Le Plan Maroc Vert, par son caractère exhaustif, implique des besoins immédiats, ceux à court terme, ceux à moyen terme et ceux à long terme. Il constitue par conséquent un cadrage aux activités de l'IAV pour l'avenir. Pour cela, il importe de mieux capter la demande des opérateurs et les spécificités territoriales aussi bien quantitativement que qualitativement. L'apport de l'IAV pour accompagner cette stratégie est réfléchi aux niveaux suivants :

- Formation avec 2 volets : Formation diplômante et Formation continue.

- Recherche : la base du travail en cours est l'organisation matricielle des thématiques de recherche basée sur la confrontation des grands axes thématiques de recherche de l'IAV et les principales filières et thèmes transversaux du Plan Maroc Vert.

1. Introduction

L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV) assure trois missions intégrées: formation, recherche et développement dans les domaines de l'agriculture, du développement rural et de la gestion des ressources naturelles. Depuis sa création, il a évolué sur le plan institutionnel et a su élargir son rayonnement national, régional et international. Véritable centre polytechnique d'expertise multidisciplinaire, il assure la formation initiale et la formation continue des spécialistes en sciences et technologies du vivant et de la terre pour répondre aux besoins en cadres de haut niveau des secteurs de l'aménagement de l'espace, de l'agriculture, de l'élevage, de l'agro-industrie, des pêches et de l'environnement. Il contribue activement à l'effort de modernisation de l'agriculture à travers la conduite de programmes de recherches novatrices répondant aux attentes et aux besoins d'un monde agricole en perpétuelle évolution, la mise à niveau des entreprises et le transfert de technologies.

La recherche agricole est la pierre angulaire du développement technologique de l'agriculture. Il est largement établi aujourd'hui que les investissements dans ce domaine sont l'un des principaux facteurs de croissance de l'agriculture des pays en voie de développement. De manière générale, les progrès technologiques qui en résultent sont un facteur déterminant de la croissance économique et participent, au premier chef, au renforcement de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté. Pour l'IAV, la recherche est déterminante car elle constitue le socle auquel s'adosent les formations et joue un rôle fondamental dans la promotion de sa renommée, tant sur le plan national qu'international. Grâce à sa triple mission, l'IAV continue de répondre aux attentes de la société, non seulement par la formation de cadres mais également par la production de connaissances et des résultats scientifiques ainsi que par des expertises et des activités d'assemblage, contribuant résolument à la valorisation des résultats de ses recherches.

2. Moyens humains et capacités matérielles

2.1. Des infrastructures diversifiées et des ressources humaines de haut niveau

Pour remplir sa triple mission de formation, de recherche et de développement, l'IAV abrite 19 départements scientifiques répartis sur deux campus (Rabat et Agadir). Le système mis en place s'organise autour de six filières de formation, outre le cycle préparatoire intégré : Agronomie, Médecine Vétérinaire, Topographie, Industries Agricoles et Alimentaires, Génie Rural et Horticulture.

Outre les départements, organisés selon des impératifs pédagogiques propres à chaque filière, l'IAV dispose également de structures horizontales :

- Département des Stages,
- Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire,
- Halle de Technologie,
- Centre de Machinisme Agricole,
- Centres d'Informatique,
- Centre de Documentation Agricole,
- Centre d'Édition et de Publication.

Par ailleurs, l'IAV mobilise un corps professoral de 259 enseignants chercheurs aux profils scientifiques diversifiés et spécialisés dont plus de 70% sont des professeurs de l'Enseignement Supérieur. L'ensemble est assisté par un staff administratif et technique totalisant 489 personnes.

2.2. Coopération et rayonnement

L'IAV entretient des relations de coopération avec de nombreuses Institutions étrangères, de la région méditerranéenne, d'Afrique, d'Amérique, d'Europe et du Moyen-Orient. Au fil des années, il a tissé des liens avec de multiples organismes nationaux, internationaux et régionaux. Ses enseignants-chercheurs sont actifs dans de nombreux réseaux et participent au sein de nombreuses sociétés savantes. Relevant aussi bien du domaine de la formation que de la recherche, ces relations portent sur les échanges d'informations, les travaux de recherche collaborative, les échanges d'enseignants et d'étudiants, l'organisation de colloques, de conférences, d'ateliers... Les relations de coopération développées par l'IAV ont impliqué non seulement des échanges Nord-Sud mais également la coopération Sud-Sud en contribuant activement à la formation de cadres supérieurs africains et en mettant son expertise au service du développement de ces pays.

2.3. Régionalisation

Centre de formation supérieure unique en son genre au Maroc, voire en Afrique, l'IAV concentre des compétences variées et multidisciplinaires agissant au niveau national. Grâce aux approches participatives qu'il a tôt développées, l'établissement a fortement ancré ses actions de recherche-développement dans les différentes régions agroécologiques. Dans ce cadre, le plus pertinent exemple est la création dès 1980 du Complexe Horticole à Agadir (CHA). Véritable locomotive de développement agricole de la région du Souss, ce 2^{ème} campus a lancé les bases de la stratégie d'action régionale de l'établissement tout entier. Cette stratégie est mise en œuvre grâce aussi à un système de stages très élaboré qui

amène les étudiants et les enseignants à circuler à travers tout le pays pour mieux apprécier la réalité rurale et son évolution. La recherche/action largement encouragée, se traduit enfin par une forte implication des enseignants-chercheurs auprès des professionnels, des associations de producteurs, des secteurs amont et aval, des opérateurs économiques, et plus généralement dans les programmes de diagnostic et de développement à l'échelle réelle du terrain.

3. État de la recherche à l'IAV

La recherche conduite à l'IAV s'inscrit dans le système national de recherche agronomique et tient compte des exigences de formation par la recherche et des besoins exprimés par les partenaires à l'échelle nationale et internationale. En fonction du partenaire, cette recherche peut être de nature fondamentale et stratégique, comme elle peut être finalisée pour la création de technologies, ou encore de nature adaptative ou vérificative pour mesurer la faisabilité technique, la rentabilité économique et l'acceptabilité sociale de ces technologies.

La connaissance du vivant, du gène à la plante ou à l'animal jusqu'aux écosystèmes cultivés et naturels, la compréhension des phénomènes physiques comme les interactions avec le climat et l'explication des déterminants sociologiques en œuvre dans l'alimentation, l'environnement et la santé mobilisent de nombreuses disciplines. En effet, dans toutes leurs interactions et leur complexité, les questions de recherche variées et interdépendantes nécessitent l'interdisciplinarité. L'IAV offre de ce point de vue une complémentarité intéressante entre sciences de la vie, sciences de la matière et sciences humaines.

La recherche est organisée en trois niveaux : la recherche diplômante de troisième cycle qui concerne annuellement quelques 250 mémoires et thèses de fin d'études, la recherche diplômante du niveau doctoral et la recherche contractuelle. Ces activités de recherche couvrent l'espace scientifique du vivant et de la terre, de l'ingénierie agricole, agro-alimentaire, topographique, de la santé animale et du management.

Les activités de recherche ont connu depuis le début des années 80 un développement significatif dans plusieurs domaines en relation avec les préoccupations du monde rural et les priorités du pays. Des efforts ont été déployés pour le développement des capacités de recherche, notamment la formation de la communauté scientifique. Ainsi, plusieurs laboratoires ont émergé et ont évolué autour de différentes thématiques de recherche scientifique intéressant le monde agricole.

Historiquement, les activités de recherche reposent sur une structure en projets ciblés, élaborés autour de questions scientifiques et des objectifs pour répondre aux besoins des différents secteurs agricoles. Elles contribuent directement et indirectement à l'augmentation de la valeur ajoutée des productions végétales, des productions animales, des produits de la mer ainsi qu'à la préservation de l'environnement, l'utilisation rationnelle des ressources naturelles et au développement rural.

4. Articulation des activités de l'IAV avec les priorités du Plan Maroc Vert

La nouvelle stratégie de l'agriculture est un facteur du contexte actuel déterminant pour l'orientation des activités de développement de l'IAV. La stratégie baptisée "Plan Maroc Vert" repose sur un diagnostic de l'agriculture marocaine pour définir des pistes de relance du secteur. Dans un contexte stratégique en profonde mutation, le diagnostic fait ressortir d'un côté, des potentiels de développement importants sur les marchés nationaux et internationaux et de l'autre, un risque d'accélération de la pauvreté en milieu rural. Les orientations de la politique agricole prônées par la nouvelle stratégie visent à consolider les succès acquis et à répondre aux nouveaux défis de compétitivité, d'ouverture et de réduction des disparités.

Ainsi, le Plan Maroc Vert constitue un rendez-vous que l'IAV ne doit pas manquer pour se repositionner dans l'échiquier des priorités nationales et repenser ses activités conformément à ses missions pour un impact plus grand sur l'agriculture marocaine.

L'articulation des activités de l'IAV avec les priorités de ce plan est organisée selon trois axes : formation, recherche-innovation, valorisation-transfert des technologies. Néanmoins, les actions concrètes peuvent être transversales et recouper les 3 axes simultanément.

Il convient de noter que le rôle de l'IAV ne peut se limiter à répondre aux besoins immédiats pressants des opérateurs. Il doit également, dans ce cadre, relancer la mise à niveau de sa capacité d'anticipation et être le moteur de l'intégration des sciences et techniques au développement agricole et rural. Pour cela il doit mettre à profit ses expériences de coopération internationale et de travail en réseaux, ainsi que ses compétences longtemps accumulées.

S'agissant tout particulièrement de la composante recherche-innovation, l'établissement doit donc consolider sa vision et sa stratégie de recherche en organisant ses capacités matérielles et humaines (ses

équipes) autour d'axes prioritaires et rendre lisible son offre dans le cadre du Plan Maroc Vert. Ainsi, partant du fait que ce dernier n'exclue aucune filière, trois niveaux peuvent être envisagés pour l'intervention de l'IAV en matière de recherche, d'innovation, de valorisation et de transfert des acquis:

- Valorisation des résultats de recherche et transfert de technologies
- Recherche adaptative et participative d'accompagnement
- Recherche autour de thématiques stratégiques faisant intervenir des thèses

La figure 1 schématise le canevas général des points d'articulation des activités de l'IAV avec le Plan Maroc Vert dans les domaines de la formation, la requalification des compétences et de la recherche-innovation-développement.

5. Organisation des capacités

5.1. Coordination

Dans le souci de mieux répondre aux changements du contexte national et international du secteur de l'agriculture, et particulièrement de la recherche agricole, l'IAV a engagé depuis 2005 des efforts pour

insuffler un nouvel élan à ses capacités de recherche à travers une réorganisation selon des axes prioritaires. A cet effet, l'établissement s'est engagé dans une orientation pour organiser les capacités de recherche dont il dispose et valoriser les efforts significatifs, mais dispersés, de sa communauté scientifique. Ainsi, la Direction de la Recherche Scientifique et de la Formation Doctorale (DRSFD) a été créée en 2005 en tant qu'organe de l'établissement permettant d'assurer une coordination des activités de recherche dans un cadre institutionnel de concertation et abritant le Centre des Etudes Doctorales. Cette structure réunit les deux volets recherche et formation doctorale. Elle organise la formation post graduée en cohérence avec les autres programmes de formation et de recherche et encourage des relations d'échange, de coopération et de partenariat à l'échelle nationale et régionale. Elle développe des mécanismes pour s'appuyer sur les capacités de recherche de l'établissement afin d'insuffler un élan à la formation par la recherche et dynamiser la production scientifique à travers les travaux de thèses, particulièrement dans le contexte de la réforme de l'enseignement supérieur selon l'architecture LMD. Sa vision intègre le souci constant de former les lauréats à une recherche d'excellence et leur donner une formation complémentaire tant dans leur domaine spécifique que pour les préparer à la vie professionnelle.

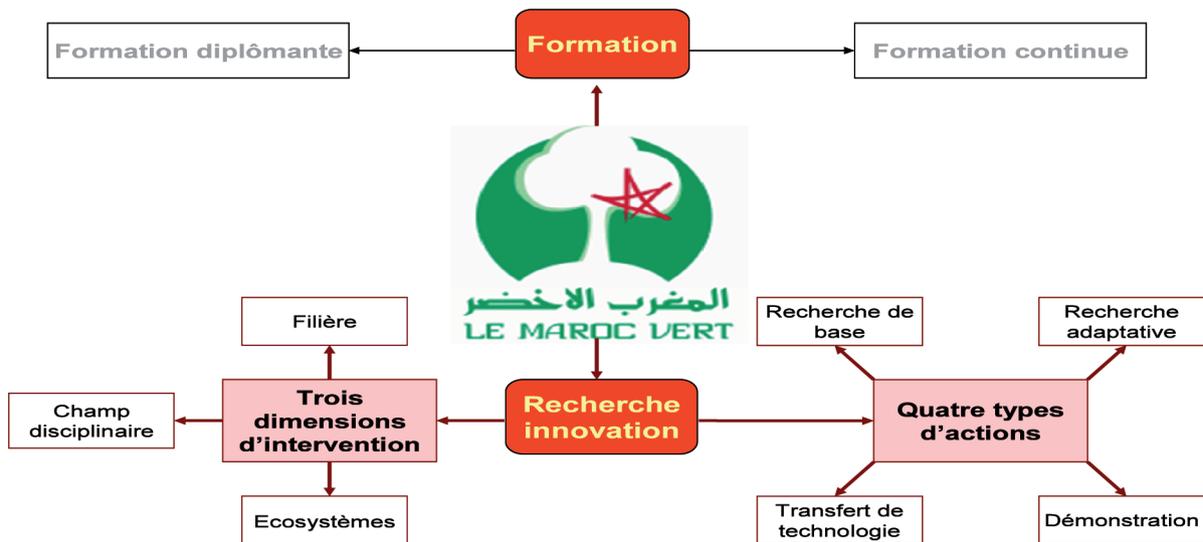


Figure 1. Canevas d'articulation de l'intervention de l'IAV avec le «Plan Maroc Vert»

Le travail entamé repose sur le renforcement des groupes de recherche à travers la consolidation d'équipes pluridisciplinaires répondant aux normes de masse critique de compétences scientifiques. Ainsi, mettant en valeur le cadre d'accréditation du cycle de doctorat, l'effort d'organisation actuellement engagé est concentré sur la structuration des unités et des laboratoires en unités de recherche (UR) qui réunissent autour d'un projet, des enseignants-chercheurs aux compétences scientifiques complémentaires pour former une équipe poursuivant un objectif précis dans le domaine de la formation et de la recherche et qui rentre dans leur spécialité.

5.2. Axes principaux de recherche

Les UR se développent sous les axes de recherche principaux prioritaires choisis par l'établissement. Au sein des axes, l'effort de recherche repose sur la définition, la hiérarchisation et le choix d'actions ciblées pour assurer la génération de nouvelles connaissances scientifiques, de savoir-faire et de technologies adaptées aux conditions du pays.

Les actions de recherche conduites par les différents laboratoires de l'IAV rentrent globalement dans 10 axes principaux pluridisciplinaires et fédérateurs. Reposant sur l'orientation stratégique de la recherche, ces axes définis selon une dimension horizontale et une approche thématique touchant à différents secteurs et systèmes de l'agriculture sont :

- La gestion de l'espace, la préservation de l'environnement et l'exploitation rationnelle de la biodiversité agricole pour une production durable.
- La connaissance du vivant et le développement des biotechnologies végétales, animales et microbiennes et leur application à des fins de production et de transformation des produits agricoles.
- La gestion économique de l'eau d'irrigation, l'étude du climat et la mitigation de la sécheresse.
- L'intégration des nouvelles technologies d'information et le développement des systèmes de télédétection et d'information géographique.
- L'amélioration de la production des spéculations végétales et des performances des races animales en harmonie avec les potentialités régionales.
- La diversification des produits agricoles et l'amélioration de leur compétitivité.
- Le développement des bases de l'agriculture biologique et de l'agriculture de précision.

- L'amélioration de la nutrition humaine en favorisant des produits agricoles de qualité et en assurant l'hygiène.

- La connaissance des sociétés rurales, la définition des bases pour la conception de schémas de développement local et régional, et la mise au point des outils et des stratégies d'aide à la décision pour les opérateurs économiques.

- La lutte contre les maladies animales et la protection de la santé publique vétérinaire.

5.3. Cartographie des capacités de recherche

Chacun de ces dix axes est décliné en objectifs puis en questions de recherche précises revêtant une dimension sectorielle, verticale. En ce qui concerne le domaine agricole proprement dit, la définition des objectifs est surtout liée aux secteurs et aux filières de production. Cette approche intégrée aboutissant à la présentation matricielle des actions de recherche coïncide harmonieusement avec la stratégie 'Plan Maroc Vert' qui centre ses orientations d'intervention selon les filières (Tableau 1).

Si les 10 axes principaux sont définis pour l'ensemble des intervenants de l'IAV, les objectifs et les thématiques spécifiques de recherche sont déterminés à l'initiative des équipes de recherche et des laboratoires au sein de ces axes. Par conséquent, les aspects sectoriels affichés en colonnes dans la matrice ne sont à ce stade ni exhaustifs ni détaillés. En effet, avec le débat et la concertation entamés au sein de la communauté scientifique de l'établissement, cette matrice sera mise à jour avec la précision progressive des thèmes de recherche.

Dans sa vision globale, particulièrement dans le cadre du 'Plan Maroc vert', l'IAV Hassan II veillera au renforcement des domaines de compétences en matière de recherche et recherche-développement par priorités et en recherchant un positionnement et une complémentarité satisfaisante par rapport aux institutions de recherche nationales. En outre, cette cartographie fournit une base pour réfléchir et orienter la politique de soutien aux équipes et l'encouragement de la recherche par une motivation de visibilité et de dynamique d'ensemble.

Tableau 1. Matrice des axes et thèmes de recherche menée par l'IAV Hassan II *

Axes principaux	Thèmes multisectoriels (transversaux)	Dimension sectorielle et objective de recherche															
		Production végétale							Production animale						Industries agro alimentaires	Cartographie et données géospatiales	Forêts
		Grandes cultures	Plantes industrielles	Cultures arboricoles	Cultures maraichères	Cultures négligées	Cultures ornementales	Petits ruminants	Bovins	Chevaux	Dromadaire	Volailles, lapins et abeilles	Animaux de compagnie	Poissons			
La gestion de l'espace, la préservation de l'environnement et l'exploitation rationnelle de la biodiversité agricole pour une production durable.																	
Stratégies génératrices des bases pour la connaissance du vivant et le développement des biotechnologies végétales, animales et microbiennes et leur application à des fins de production et de transformation des produits agricoles.																	
La gestion économique de l'eau d'irrigation, l'étude du climat et la mitigation de la sécheresse.																	
L'intégration des nouvelles technologies d'information et développement des systèmes de télédétection et d'information géographique.																	
L'amélioration de la production des spéculations végétales et des performances des races animales en harmonie avec les potentialités régionales.																	
La diversification des produits agricoles et l'amélioration de leur compétitivité.																	
Le développement des bases de l'agriculture biologique et de l'agriculture de précision.																	
L'amélioration de la nutrition humaine en favorisant des produits agricoles de qualité et en assurant l'hygiène.																	
La connaissance des sociétés rurales, la définition des bases pour la conception de schémas de développement local et régional, et la mise au point des outils et des stratégies d'aide à la décision pour les opérateurs économiques.																	
Lutte contre les maladies animales et protection de la santé publique vétérinaire																	

* Les cases colorées en gris correspondent à des thématiques de recherche actuellement en cours à l'IAV Hassan II

6. Démarche et approche de recherche

Les recherches que l'IAV a initiées dans différents domaines ont vu l'intervention et la présence continue des enseignants-chercheurs dans différentes régions du pays dans le cadre des projets de recherche-développement. Ces expériences fournissent les bases pour une véritable approche de recherche participative impliquant réellement les partenaires dans toute la chaîne de production, de transformation et de valorisation.

La figure 2 illustre les différentes étapes de la démarche intégrant tout le cycle allant du diagnostic de terrain pour la formulation des questions de recherche au transfert des acquis de la recherche et des innovations technologiques en passant par les différentes étapes d'expérimentation, d'analyse, d'interprétation des résultats, de publication et de formulation des solutions technologiques et techniques aux problèmes de départ.

Reposant sur les approches participatives et des expérimentations à la ferme, la recherche participative comprend des actions de terrain qui impliquent la participation directe des agriculteurs et des agents de développement dans toutes les étapes et les opérations du processus expérimental ou de démonstration. Cette forme d'intervention dans le milieu réel accélère le transfert des résultats et des

technologies en assurant un continuum souvent défailant dans le modèle classique de recherche en station. Ainsi, des plateformes régionales et locales de transfert seront progressivement créées à travers des réseaux des essais avec la parfaite participation des professionnels (producteurs, industriels, etc.).

7. Cas du domaine animal

L'IAV dispose d'un potentiel humain unique de chercheurs spécialisés dans le domaine de l'élevage et de la santé animale. Composée de 70 enseignants-chercheurs formés dans les différentes disciplines de physiologie, de pathologie, de médecine, d'hygiène, de santé publique vétérinaire, et de production animale, cette communauté scientifique encadre chaque année une moyenne de 70 thèses vétérinaires et travaux de fin d'études en rapport avec ce secteur. A cela, il faut ajouter la soutenance de 2 à 3 Thèses d'Etat par an et l'implication de la communauté scientifique dans de nombreux partenariats avec des structures scientifiques et de développement à l'échelle nationale et internationale.

Une des caractéristiques de cette recherche est son caractère multidisciplinaire très marqué. En effet, en dehors des champs disciplinaires classiques de Médecine Vétérinaire et d'Agronomie, les recherches en sciences et médecine animales bénéficient aussi de l'apport d'autres disciplines qui coexistent au sein de

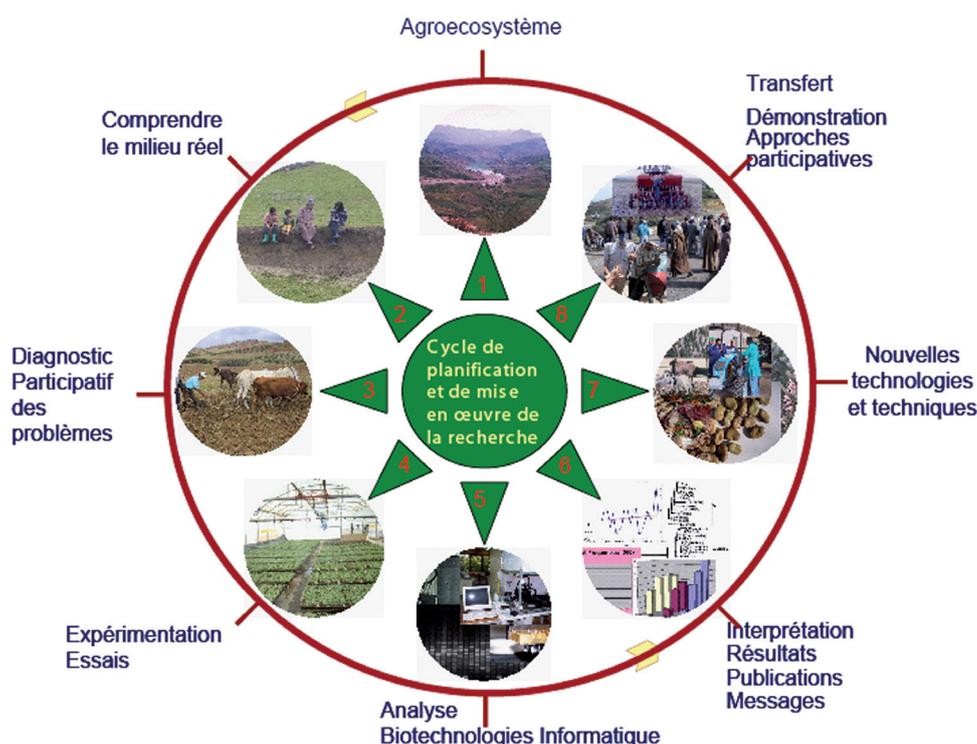


Figure 2. Approche globale de recherche de l'IAV Hassan II

l'établissement telles que la génétique, l'écologie, les systèmes d'information géographique, les sciences humaines et sociales, .. Cela renforce le caractère intégré des programmes et consolide la démarche participative appliquée par les équipes de chercheurs.

Dans ce cadre, les recherches engagées concernent aussi bien des axes transversaux (biotechnologies, produits de terroir, ..) que les principales filières lait, viande bovine, petits ruminants, dromadaire, volaille. Le nombre et la diversité des programmes engagés et des équipes en place rendent impossible une présentation exhaustive de ces thématiques. Aussi, se limitera-t-on dans ce qui suit à quatre exemples de programmes pour illustrer les démarches méthodologiques appliquées et les résultats acquis par les équipes de l'IAV.

7.1. Programme de recherche sur les petits ruminants

L'amélioration des performances des races animales en harmonie avec les potentialités régionales appliquée au domaine des petits ruminants constitue un des programmes phares de recherche conduits à l'IAV. Le Maroc est un pays d'élevage de petits ruminants : avec 0.73 tête par habitant, il se situe parmi les pays du pourtour méditerranéen les mieux dotés en ovins et caprins. Ces derniers contribuent à hauteur de 40% à la production de viande rouge totale (données de 2007) mais la productivité unitaire reste faible traduisant l'existence de nombreux facteurs limitants.

Les programmes de recherche sur les petits ruminants conduits depuis plus de 25 ans sont multidisciplinaires et impliquent plusieurs composantes en rapport avec la nutrition et l'alimentation, la physiologie, la génétique - reproduction, la parasitologie - pharmacie, toxicologie et maladies infectieuses, l'écologie et le pastoralisme, et enfin la socio-économie.

Ces programmes se caractérisent aussi par leur implantation dans des régions écologiquement très contrastées : Tadla, Moyen Atlas, Gharb, Oriental, Régions oasiennes. Ils comportent un volet scientifique important qui a permis à la communauté scientifique de l'IAV d'apporter des contributions significatives dans la compréhension de plusieurs mécanismes comme le déterminisme génétique de la prolificité chez les ovins, la caractérisation de la valeur nutritive des fourrages et sous produits en climat chaud, la physiologie de la reproduction, l'écophysiologie des plantes sur parcours, l'épidémiologie, la pathologie ovine en région méditerranéenne... Un grand nombre d'articles scientifiques ont été publiés dans des revues

internationales. Mais cette recherche a permis aussi la production de packages technologiques destinés aux éleveurs et aux techniciens et largement diffusés sur le terrain. Elle a enfin donné l'occasion de nouer de multiples partenariats scientifiques et techniques nationaux et internationaux (ANOC, Privé, Direction de l'Elevage, ORMVA, DPA, FAO, OIE, CGIAR, Coopération Bilatérale, UE, ..).

Parmi les réalisations importantes de ce programme figure le développement de la race synthétique ovine DS. Il s'agit d'une nouvelle race synthétique composée de 50% de sang D'man et 50% de sang Sardi (Figure 3). Développée à la ferme expérimentale du Tadla de l'IAV entre 1989 et 1998 dans le cadre d'un projet de recherche collaborative financé par l'USAID (SR-CRSP) et impliquant en particulier des chercheurs de l'Université de Californie Davis (USA), cette race se distingue par des aptitudes maternelles intéressantes parmi lesquelles :

- une prolificité moyenne de 150% avec une fréquence élevée de portées doubles,
- une puberté précoce,
- une saison sexuelle étendue sur toute l'année,
- une bonne production laitière et une conduite facile.

Les résultats des tableaux 2 et 3 indiquent que malgré sa prolificité élevée, la race DS produit des agneaux avec une croissance satisfaisante et similaire à celles des agneaux des autres races locales marocaines. Ils ont également des performances d'engraissement et des caractéristiques de carcasse intéressantes. Ces résultats permettent donc de mettre à la disposition des éleveurs un nouveau matériel génétique ovine à haute performance.

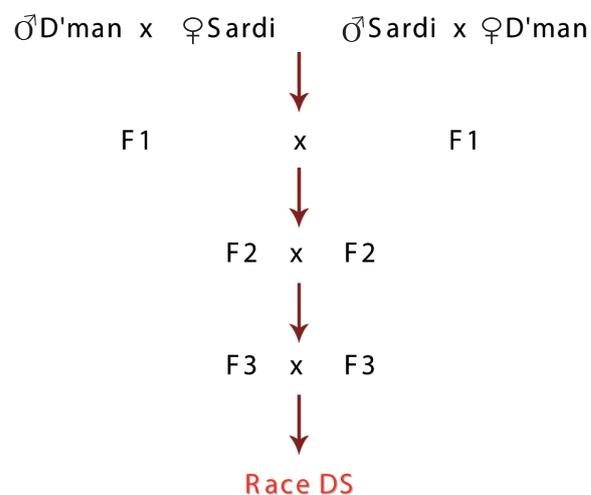


Figure 3 : Développement de la race synthétique ovine DS (I. Boujenane)

Tableau 2 : Performances des ovins des races Sardi, D'man et DS à la ferme d'application (I. Boujenane)

Race	Brebis			Agneaux		
	Fertilité (%)	Prolificité (%)	Productivité (kg)	Poids naiss. (kg)	Poids à 90 j (kg)	Viabilité 0-90j (%)
Sardi	91	115	19,1	3,34	16,6	88,4
D'man	85	202	21,5	2,69	14,3	90,0
DS	92	157	20,1	2,73	15,3	87,3

Tableau 3 : Performances des brebis de race DS chez les éleveurs pratiquant le croisement industriel (I. Boujenane)

Elevage	Brebis DS			Agneaux croisés		
	Fertilité (%)	Prolificité (%)	Productivité (kg)	Poids naiss. (kg)	Poids à 90 j (kg)	Viabilité 0-90j (%)
Dar El Gaddari	100,0	165	36,9	3,75	23,8	93,9
Bouznika	88,9	185	23,0	3,29	20,2	61,5
Had Soualem	92,3	133	28,9	2,79	21,7	100,0
Azemmour	100,0	130	36,1	4,13	27,8	100,0
Total	96,1	153	32,8	3,53	23,6	90,7

En marge de ces résultats, cette recherche a permis de contribuer à élucider pour la 1ère fois le déterminisme héréditaire de la prolificité élevée de la race D'man que l'on rencontre exclusivement dans les zones oasiennes marocaines. Ainsi, le croisement de la race prolifique D'man avec la race non prolifique Sardi pour produire les animaux F1 réciproques, F2, les croisés en retour D'man et les croisés en retour Sardi a permis de suivre les paramètres taux d'ovulation et taille de portée à la naissance des brebis de ces différents types génétiques. L'analyse statistique des performances des différents types génétiques a montré que la prolificité de la race D'man est contrôlée par plusieurs gènes comme les races Finnoise et Romanov, et non pas par un gène majeur comme c'est le cas chez les races Booroola australienne ou Inverdale Néo-Zélandaise (I. Boujenane). Cette conclusion a été confirmée en 2006 par le même chercheur en utilisant cette fois-ci les techniques de génétique moléculaire en collaboration avec une équipe Néo-Zélandaise. La détection du QTL (Quantitative Trait Loci) responsable de la haute prolificité de la D'man devrait être la prochaine étape dans cette recherche.

7.2. Biotechnologies appliquées aux productions animales

A travers ses recherches, l'IAV contribue à la production fondamentale scientifique sur la connaissance du vivant et valorise les avancées et les connaissances récentes. Différentes équipes de recherche conduisent des travaux sur les mécanismes du vivant dans des domaines variés relatifs à la plante, l'animal et les microorganismes. Les diverses

biotechnologies issues des développements récents de la biologie moléculaire permettent d'envisager des avancées significatives dans les domaines de connaissances biochimiques, physiologiques, génétiques et génomiques des organismes vivants. Elles permettent par ailleurs d'envisager des applications agronomiques diverses telles que l'identification et la traçabilité des organismes vivants et de leurs produits, l'efficacité accrue des méthodes d'amélioration génétique (sélection assistée par marqueurs, haplodiploïdisation, transformation génétique, fusion cellulaire...) et de multiplication des plants et des semences (culture d'embryon, embryogenèse somatique...).

Comme pour les productions végétales, les recherches en sciences et médecine animales poursuivies sous cet axe concourent à mettre au point des innovations et des systèmes de production prenant en compte la protection de l'environnement, la qualité des produits et la viabilité économique. En parallèle, ces recherches mettent l'accent sur la qualité sanitaire et la traçabilité des différentes productions. Les projets conduits concernent notamment :

- l'élaboration de stratégies génétiques et zootechniques pour adapter les espèces animales aux potentialités locales,
- l'épidémiologie des maladies infectieuses et parasitaires -les maladies périnatales- les troubles de la reproduction et de la lactation et les troubles nutritionnels,
- les relations entre types d'élevages et pathologies,
- l'impact des zoonoses, des toxi-infections ou des médicaments vétérinaires sur la santé humaine et la commercialisation des produits,
- la réduction des intrants en agriculture en améliorant l'efficacité alimentaire des animaux en diminuant le recours aux produits vétérinaires,
- la conception de nouveaux systèmes de production innovants et durables en prenant en compte la diversité des critères d'évaluation de la durabilité.

Les thématiques de recherche sous cet axe incluent :

- Étude de marqueurs génétiques sanguins
 - Chevaux, bovins, ovins, caprins et dromadaire
 - Caractérisation génétique par PCR des animaux et rationalisation de l'élevage
 - Analyse de la filiation
- Diagnostic et épidémiologie des maladies infectieuses
 - Application de techniques variées (ELISA, CATT, PCR, IFAT, RAPD et western blot)

- Infections abortives chez les petits ruminants
 - Arboviroses animales (peste équine, West Nile, Blue Tongue,...)
 - Tuberculose et paratuberculose animales
 - Viroses respiratoires des ruminants
 - Entérotoxémies et maladies à clostridium
 - Leishmaniose canine
 - Salmonellose et colibacillose aviaires
 - Protozooses transmises par les tiques (theileriose, babésiose et anaplasmosé)
- Mise au point de vaccins
- Vaccin à ADN recombinant contre les coccidies majeures du poulet
 - Vaccin moléculaire contre la leishmaniose canine

A titre d'illustration du volet diagnostic et épidémiologie, on peut citer les recherches conduites sur les hémoparasitoses dominantes des bovins au Maroc qui font appel aux méthodes de biotechnologie. Ce travail s'intéresse à l'étude des hémoparasitoses vectorielles, les babésioses, la theileriose et l'anaplasmosé, en tant que facteurs limitants au développement de l'élevage des ruminants.

Les efforts consentis par différents chercheurs impliqués dans l'étude de ces aspects, ont permis la mise à jour d'un certain nombre de données concernant ces pathologies chez les bovins. L'ensemble des résultats obtenus sur les tiques et les maladies transmises par les tiques révèle qu'il s'agit de maladies endémiques chez le bovin au Maroc dont l'impact économique est extrêmement marqué. En effet, ces maladies sont mortelles lorsqu'elles ne sont pas traitées ou si elles font l'objet d'une intervention trop tardive. C'est le cas pour les formes foudroyantes chez des animaux à hautes performances ou provenant de régions indemnes (Europe, Amérique du nord). Dans ces cas, l'évolution est toujours fatale ; dans les autres cas, les hémoparasitoses sont suivies d'une convalescence longue, associée à un retard de croissance non négligeable chez le jeune, à un arrêt prolongé de la lactation chez l'adulte.

Etant donné la complexité des cycles biologiques de ces complexes pathogènes/vecteurs, l'abondance des espèces de tiques et la présence de plusieurs hémoparasitoses avec des prévalences très élevées allant jusqu'à 50%, la lutte contre ces maladies réside dans le développement de moyens de diagnostic performants. Les travaux menés par l'équipe de A. Rhalem et H. Sahibi de l'IAV durant ces dix dernières années ont été conduits sous l'angle du diagnostic et la prévention de ces pathologies. En effet, des outils de diagnostic immunologique utilisant des antigènes à ADN recombinants et de biologie moléculaire

ont permis de clarifier la situation épidémiologique, notamment la détermination de la prévalence de chaque maladie et l'élucidation des mécanismes de transmission.

Vu l'existence d'une co-infection au niveau de la même exploitation voire chez le même animal, la même équipe a réussi à cartographier la distribution de chaque maladie au niveau de quatre régions irriguées à vocation bovine. Ces données mises à la disposition des vétérinaires praticiens permettraient certainement de faciliter le diagnostic et d'optimiser les protocoles de traitement (Figure 4).

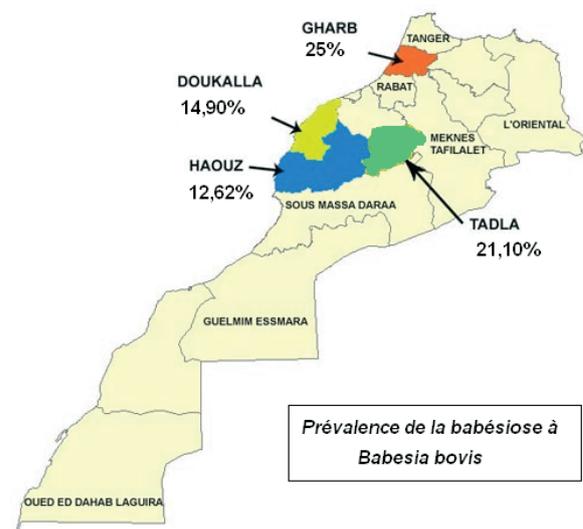


Figure 4 : Prévalence de la babésiose à *Babesia bovis* (A. Rhalem et H. Sahibi)

7.3. Programme de recherche sur le Dromadaire

Le Dromadaire (*Camelus dromedarius*), est l'une des espèces les plus valorisantes des faibles ressources de son écosystème. Grâce à ses particularités anatomo-morphologiques, cet animal montre une adaptation particulière aux conditions hostiles de son milieu en préservant un potentiel relativement élevé en matière de productions : viande, lait, laine, transport, labour...

Durant les dernières décennies, le cheptel camelin au Maroc, a enregistré une baisse très marquée de ses effectifs : de 120.000 têtes en 1975 à 30.000 en 1990. A partir de cette date, l'effort de reconstitution du cheptel a permis de redresser les effectifs qui ont atteint près de 182.000 en 2005. Cet effort a été soutenu par l'intérêt apporté par la communauté scientifique de l'IAV à cette espèce. En effet, plusieurs travaux de recherche et études relevant des différentes disciplines ont contribué à une bonne connaissance de l'espèce et de la population cameline locale. Ils concernent

notamment l'anatomie, la physiologie, la biochimie et la pharmacocinétique, la pathologie et l'analyse des systèmes de production (Figure 5). Ils ont abouti à des résultats originaux ayant trait à une meilleure connaissance des particularités anatomo-physiologiques de cette espèce. Plusieurs propositions pratiques relatives à la protection sanitaire des animaux, la connaissance des races, une meilleure valorisation des productions lait et viandes en harmonie avec les potentialités régionales ont pu être formulées.

La caractérisation de cette population a débuté en 1988 par des travaux effectués à l'IAV et portant sur la biochimie clinique et le polymorphisme des albumines et des transferrines. En 1997, une autre étude complémentaire s'est intéressée à la caractérisation de la population cameline au sud du Maroc en se basant sur les caractères phénotypiques entre les différentes races et la caractérisation génotypique par l'analyse du polymorphisme des systèmes protéiques. Le regroupement des résultats de ces recherches ainsi que les enquêtes menées par la Direction d'Élevage, ont permis de distinguer quatre à cinq variétés du Dromadaire au Maroc : le Jebli, le Blanc, le Marmouri, le Guerzni et le Khouari.

Toutefois, cette classification phénotypique restait insuffisante et sujette à controverse et ce en regard de l'identification incertaine et souvent difficile de ces différentes variétés. Le recours récemment par une équipe de l'IAV (M. Piro et al.) à une technique de biologie moléculaire basée sur 11 marqueurs microsatellites pour étudier la variabilité génétique de la population cameline au Maroc a montré l'existence de deux races bien distinctes :

- «La race du Nord» : Avec deux populations : le Blanc et le Jebli.
- «La race du Sud» ou «Sahraoui» : avec trois populations : le Guerzni, le Khouari et le Marmouri.

Ces résultats revêtent un intérêt particulier, d'une part, parce que cette classification en deux races, du Nord et du Sud, correspond parfaitement à la répartition géographique des variétés existantes. D'autre part, une telle classification constitue la base des recherches qui seront entamées prochainement et qui porteront sur l'étude du potentiel et du rendement de chaque race et variété en vue d'améliorer les performances de production et de reproduction du Dromadaire dans son milieu naturel.

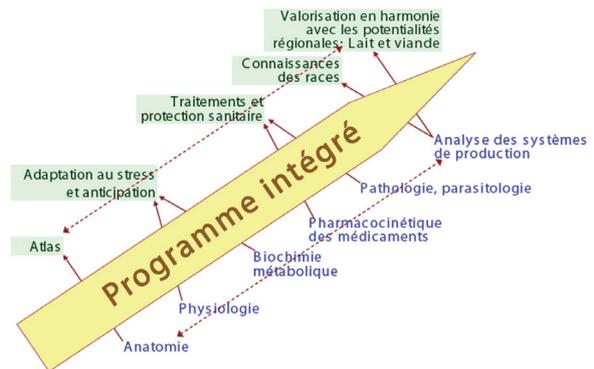


Figure 5 : Approche écosystème – produits de terroir : cas du dromadaire (Kh. Allali et M. Piro)

7.4. La lutte contre les maladies animales et protection de la santé publique vétérinaire : cas des maladies émergentes et ré-émergentes

Une maladie émergente ou ré-émergente est désignée comme étant une maladie nouvelle, une nouvelle forme d'une maladie présente ou aussi une maladie présente qui survient en dehors de son espace géographique habituel. L'émergence ou la ré-émergence d'une maladie tient à une série de facteurs, entre autres :

- le comportement de l'homme, ses activités et l'évolution de son mode de vie,
- le développement non intégré des activités agricoles avec les conséquences qui en découlent pour l'environnement et la biodiversité,
- les aléas climatiques et autres phénomènes naturels,
- la nature des agents pathogènes, leurs réservoirs naturels et leurs vecteurs.

Les actions de développement entreprises par un pays peuvent avoir des conséquences sur la santé du cheptel et l'environnement. En effet, l'intensification des systèmes de productions animales peut accroître l'incidence des maladies contagieuses à caractère enzootique et à conséquences hygiéniques et économiques graves. Les grands aménagements hydro-agricoles contribuent, à leur tour, à la création et l'élargissement de zones humides à risque pour les maladies influencées par les facteurs de l'environnement et la création de conditions favorables à l'activité des vecteurs biologiques ou la concentration des réservoirs naturels pour certains agents pathogènes.

Au Maroc, trois maladies émergentes et ré-émergentes ont fait une apparition récente, à savoir, la fièvre catarrhale du mouton ou Blue Tongue, la Fièvre du Nil occidental ou West Nile (apparition en 1996 et réapparition en 2003) et la maladie hémorragique enzootique du cerf (apparition chez les bovins en 2006). Ces maladies ont en commun plusieurs facteurs, entre autres, une transmission vectorielle (moustiques), une

apparition en années à pluviométrie normale et une occurrence en zones humides.

Conscients du rôle qu'ils peuvent jouer vis à vis de l'émergence ou la ré-émergence des maladies animales à l'échelle du Royaume, les chercheurs de l'IAV ont accordé une attention particulière à ce groupe de pathologies depuis plus de deux décennies. Ce rôle naturel, voire parfois exclusif, touche à l'identification et définition des besoins nouveaux en formation, à l'appui technique et scientifique aux autorités sanitaires et décideurs, à l'appui méthodologique pour les investigations du terrain et du laboratoire ainsi qu'à la contribution à l'élaboration des stratégies de surveillance et de lutte ou aux approches d'analyse et de gestion des risques sanitaires.

Différentes maladies ont retenu l'attention d'équipes multidisciplinaires de recherche à l'IAV. A titre d'exemple, les travaux sur les maladies infectieuses telles que l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB), la peste équine, la fièvre catarrhale du mouton (Blue Tongue) et la Fièvre du Nil occidental (West Nile) ont impliqué un nombre important de chercheurs de l'IAV en plus d'autres partenaires nationaux et étrangers. De même, les maladies parasitaires telles que la leishmaniose, les rickettsioses, les ehrlichioses, les neosporoses canine et bovine, la myiase et la bilharziose cutanée ont impliqué plusieurs partenaires étrangers (Tableau 4).

Tableau 4 : Maladies émergentes et ré-émergentes : bilan des études réalisées à l'IAV (M. Bouslikhane et al.)

Maladie	Partenariats
Encéphalopathie Spongiforme Bovine (ESB)	Direction de l'Élevage
Peste équine	Direction de l'élevage, INIA de Madrid-Espagne, CNEVA-France (Actuelle AFSSA)
Blue Tongue	Coopération Espagnole, CIRAD-EMVT France, Projet régional FAO
Leishmaniose	OMS, Institut Pasteur France et Tunisie, NIH USA
Rickettsioses et Ehrlichioses	Gendarmerie Royale, Italie, USA, UK
Neosporoses canine et bovine	Coopération Belge, Coopération Espagnole
Bilharziose	OMS, CE, CNRS France
Fièvre du Nil Occidental (West Nile)	UE, Direction de l'Élevage, TCP FAO

En matière de coopération et de recherche, la contribution et les apports de l'IAV dans le domaine des maladies émergentes et ré-émergentes sont nombreux, à savoir :

- Développement et validation de systèmes d'information sanitaire performants et adaptés au contexte du pays pour renforcer les systèmes national de surveillance épidémiologique et de veille sanitaire.

- Prédiction des risques sanitaires en fonction des changements climatiques et environnementaux et analyse de risque d'introduction de maladies exotiques par le développement et la validation des approches prédictives basées sur la modélisation et les technologies spatiales (télédétection, SIG,...).
- Développement des outils de diagnostic et de dépistage des maladies exotiques ou émergentes pour soutenir les systèmes de surveillance.
- Mise en place des plans de gestion des risques sanitaires (anticipation d'actions de lutte, plans de contingence et de réaction précoce).
- Suivi et évaluation des mesures de gestion de risque mises en place et proposition des réajustements dictés par l'évolution épidémiologique.
- Apport d'avis scientifique et participation aux comités de vigilance et cellules de crises sanitaires.

Conclusion

Depuis sa création en 1966, l'IAV a fait de la recherche/développement une des pierres angulaires de sa stratégie en matière de contribution à l'essor de l'agriculture marocaine. Fort d'un potentiel humain scientifique de haut niveau formé sur les cinq continents, l'IAV a pu nouer des relations de coopération et de partenariat avec une multitude d'institutions scientifiques de formation et de recherche agricoles nationales et internationales de renommée. C'était un des meilleurs gages pour asseoir la réputation de cet établissement, de sa communauté scientifique et de ses lauréats. Il en a découlé l'accumulation d'une masse considérable de résultats et d'innovations techniques qui ont été d'une grande utilité pour la modernisation de l'agriculture marocaine.

Aujourd'hui, cet instrument de recherche qui a largement su faire les preuves de son efficacité commence à montrer quelques signes d'essoufflement : manque de recrutement de jeunes enseignants-chercheurs, absence d'un budget réservé à la recherche et à la formation doctorale, tassement des programmes de coopération internationale, .. Pourtant, les défis en terme de sécurité alimentaire, de lutte contre la pauvreté, de préservation des ressources naturelles, .. sont plus préoccupants aujourd'hui qu'ils ne l'étaient il y a 40 ans.

L'arrivée du Plan Maroc Vert constitue donc une occasion unique pour l'IAV pour s'inscrire pleinement dans cette nouvelle stratégie qui va déterminer le sort de l'agriculture marocaine pour les 15 années à venir. Mais c'est aussi une opportunité pour l'IAV de bénéficier d'un nouveau programme de soutien humain et matériel indispensable pour consolider les équipes, rénover les laboratoires et développer de nouvelles capacités d'innovation et d'anticipation.

Science, technology, innovation and society : lessons learned from a few countries' experiences

Pr. Albert Sasson

Resident member
Hassan II Academy of Science
and Technology (Morocco)

President of BioEuroLatina
(Paris, France)



Why Asia is heavily investing in research and development?

Every year around US\$ 1 trillion is spent on research and development (R&D) in computing, telecoms and electronics; the United States accounts for over one third. But while corporate R&D in America and Europe grew by 1%-2% between 2001 and 2006, in China it soared 23%. China is now close to overtaking Japan in total research spending, from about nothing ten years ago. The biggest and most technologically advanced firms are American and European, but their predominance in research, innovation and production is being challenged by Asian companies. For instance, although the firm that sells the Apple iPhone is American, the components are almost entirely Asian : the screen is mostly from Japan, the flash memory from South Korea and it was assembled in China. Apple's contribution is design and software - and importantly, integrating the innovation of others (*The Economist*, 3 January 2009, p. 47).

A survey made by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) has shown that the United States remain by far the superpower in R&D with a total spending of US\$ 280 billion (198 billion euros) in 2005, compared with US\$ 199 billion for the European Union, US\$ 113 billion for Japan, and US\$ 101 billion for China (Perucca, 2009).

China has more than doubled its R&D spending between 2000 and 2005, so that its share in world spending rose from 6.2% to 11.8 % (total global spending in R&D in 2005 amounted to 851,983 million euros), according to the Report of the French Observatory of Science and Technology (OST) published by the end of 2008. While public spending has soared 20% between 2000 and 2005 and increased by 4% in the European Union, decreased in Japan (-19%) and China (-20%). In contrast, the private sector has been spending more in R&D in China and Japan (Perucca, 2009).

A list of the world's 250 biggest technology firms shows that Taiwanese companies spend more on R&D than British and Canadian ones. However, Taiwan generally does lower-end work like making semi-conductors. More sophisticated tasks, such as designing the chip's circuitry, are still mostly done in the West. The most impressive growth has been in the Republic of Korea. In 2007, Samsung spent more on R&D than IBM. The company has been rated to second place in the number of patents granted by the US Patent and Trademark Office (USPTO), just behind IBM; a decade earlier it was not even among the top ten. Firms in the Republic of Korea (ROK) spend more on R&D as a percentage of sales (6.5%) than European and Japanese firms (about 5%), and are catching up with US ones (some 8 %) (*The Economist*, 3 January 2009, p.47).

The amount that US firms spent on research in computer services as much as trebled over the past decade. Japanese and ROK firms, meanwhile, spent hardly anything developing services, and preferred to focus on more tangible, if less lucrative, hardware. In computers and office equipment such as copiers, America and Japan actually traded places: America's R&D expenditure on such items fell by one third between 1996 and 2005, while Japan's more than doubled to US\$ 13 billion, the amount America used to spend. India, meanwhile, has concentrated on services (*The Economist*, 3 January 2009, p.47).

In 1999 around 90% of Asia's international internet traffic passed through America; in 2008, the share dropped to 54%, according to TeleGeography, a telecommunication research firm. It is another example of how the communication technology industry, once dominated by America, is becoming global in nature (*The Economist*, 3 January 2009 p.47).

Another significant indicator mentioned in the OST's report is the world distribution of students and research staff. Of the 140 million students in the world by the mid-2000s, 40.3% were in Asia, 25.8% in Europe, 15.3% in North America, 9% in Central and South America and 5.6% in Africa. Although a small proportion of its population has access to higher education, China is the country with the highest number of students: 23.4 million, compared with 17.3 million in the United States. Of the 6 million researchers in the world, 35.2% were in Asia, compared with 32.8% in Europe and 25.4% in North America. The United States had 1.4 million researchers, compared with 1.3 million in the European Union and 1.1 million in China. Taiwan now has more high-technology researchers than the United Kingdom, and the Republic of Korea

has more of them than the United Kingdom and Germany (Perucca, 2009; The Economist, 3 January 2009, p.47).

However, it is in Japan that the number of researchers per 1,000 active people is the highest: 10.6, compared with 9.21 in the United States and 5.70 in the European Union, far ahead of China which has only 1.43 researchers per 1,000 active persons (Perucca, 2009).

The number of scientific publications is also a good indicator of the progress made in R&D. The share of Asia in the global number of publications increased from 18.3% to 22.4% between 2001 and 2006. China has jumped to the third rank in the world (a 96% growth during the period 2001-2006) with 7% of world publications (including all fields of research). However, not only the European Union remains the undisputed leader (33.3% of the world total), ahead of the United States (26.2 %), but the “impact” of these publications (i.e. the number of citations following a publication) is much higher for the US and Europeans than for the Asians (Perucca, 2009).

Regarding the requests for European patents, the share of Asian countries has soared 41%, while requests from Europe and North America decreased by 11% during the period of 2001-2006. Among Asian countries, ROK's requests rose by 205%, while those of China moved up 124%. The OST's report underlined the progress made by China in the requests for patents in electronics and electricity, by India in chemistry, materials and pharmacy/biotechnologies, and the Republic of Korea in instrumentation. However, on world level, the European Union with 37.3% of the total number of requests for patents, the United States with 28.9% and Japan (17.8%) predominate. These three groups of countries also play a major role in the requests for patents in the United States: 51.3% for the US, 21.3% for Japan and 14.7% for the European Union. But their shares, in both the European Union and the United States, tend to decrease (except in the case of Japan) in favour of China (+261%) and of the South-East Asian countries (ASEAN, +84%) (Perucca, 2009).

All these numbers highlight, on the one hand, the increasing investments in R&D made by Asian countries, which become strong competitors of the West and on the other, the rivalry between “new Asia” and “old Asia”, as stated by Sacha Wunsch-Vincent of the OECD, one of the survey's authors. Japan and Taiwan are being challenged by China, India and ROK.

There are two reasons for this trend in the case of China :

- the saturation of economy leads to the gradual need to climb up the added-value chain, in order to produce more sophisticated and high-technology products; this is also true for East-Asian countries;
- the effects of globalization.

According to Jean-Joseph Boillot, a French economist associated with the French Centre for Prospective Studies and International Informations (CEPII), both reasons are valid for China. For instance, the closing up of factories in 2008-2009 are not only the result of the financial and economic crisis, but it also meant the will to invest in more sophisticated factories, such as that of Hua Wei, often quoted as an example, and is the world's second leader in telecommunication, ahead of Alcatel. In the motor-car industry, Chinese manufacturers that have joint-ventured with the world's biggest companies in this sector, have created their own R&D centres. China indeed knows that it cannot rely anymore on abundant and cheap labour, and on low-cost products (Perucca, 2009).

In addition, China understood that it had to produce not only high-technology products but also environmentally-friendly ones. There are now in China cities where all motorcycles use electrical power, e.g. in Chengdu, capital of Sichuan. China could become a leader in solar energy production and use, thereby trying to move to an energy-consumption model less dependent on fossil energy (Perucca, 2009).

China is requesting all companies that outsource their production on its territory to also transfer technology, because innovation is still lagging behind. The reason may be that it is difficult for innovation to thrive in a constrained political and social system. Globalization is therefore a major trend that will favour openness and subsequently more innovation.

This is where India differs from China and the East Asian countries. Thanks to its openness to the rest of the world, in particular thanks to the use of English, India has chosen to be part of the global R&D system. In three years, some 450 research centres with several hundred persons each have been created. Whole international R&D laboratories are set up in India (e.g. Alstom), not only to carry out basic research, but also development (Perucca, 2009).

Why Gulf States finance alternative sources of energy and R&D in this area?

With one of the highest per capita footprints in the world, Abu Dhabi, United Arab Emirates (UAE)

is an oil-rich country, where gasoline sells for US cents 65 a gallon in 2009, when there is little public transportation and no recycling. Air-conditioned department stores are lit 24 hours a day, seven days a week. Yet its leaders understand that oil is a finite resource and vulnerable to competition from alternative sources of energy. Consequently, the UAE, as well as Qatar and Saudi Arabia, are investing billions of US dollars, derived from their oil exports, into “clean” energy, behind research projects at universities in Japan, the United States and the United Kingdom (Rosenthal, 2009).

Khaled Awad, a director of Masdar, a research park and a futuristic zero-carbon town (Masdar City), partnering with the Massachusetts Institute of Technology, stated: “Abu Dhabi is an oil-exporting country, and we want to become an energy-exporting country, and to do that we need to excel at the newer forms of energy”. That means long-term investment in R&D, at home and in affiliated research centres. In addition, Abu Dhabi organized the second World Future Energy Summit from 19 to 21 January 2009, that has been attended by Gulf States’ political leaders, top energy officials from the European Union and executives representing hundreds of companies large and small, from British Petroleum (BP) and Crédit Suisse to start-ups companies from Europe and the United States. This summit is poised to become a Davos for renewable sources of energy (Rosenthal, 2009).

The world is now consuming 80 million barrels of oil a day and that could rise to 150 million if population and consumption trends continue. That would mean adding six Saudi Arabia’s worth of oil output just to keep up with current consumption, at a time when CO₂ emissions and greenhouse-effect gases must be cut significantly in order to mitigate disastrous global warming (Rosenthal, 2009).

The reasons for this new investment are: to maintain the Gulf’s dominant position as a global energy supplier, gaining patents from the new technologies and “green” manufacturing; and to ensure a high-end lifestyle of their populations in the coming years and decades. Current growth based on very high fossil energy consumption is not sustainable and Abu Dhabi must develop new models, not only for itself, but also for the rest of the world.

In January 2009, Abu Dhabi’s crown prince announced the Emirates would invest US\$ 15 billion in renewable energy, i.e. the same amount the US president has proposed investing in the whole United States, in order to “catalyze private sector efforts to build a clean energy future”. Masdar City that will generate no CO₂

and greenhouse-effect gases, is part of the crown prince’s ambitions. Designed by Norman Foster, the British eco-architect, it will cooperate with MIT and offer research parks including laboratories affiliated with Imperial College London and the Tokyo Institute of Research and Technology (Rosenthal, 2009).

Nancy Tuor, vice-chairman of CH2M Hill, the Canadian construction firm that is building Masdar City, stated that the sheer size of the investment has had a “forcing effect” pushing polluting industries to experiment with environment-friendly solutions. For instance, initial plans of the City complex excluded both aluminium and conventional concrete, since the manufacture of those materials generate high amounts of CO₂ emissions. Aluminium manufacturers had to come back with a product that reduced emissions by 90% compared with regular aluminium. Likewise, all concrete in the project is made with alternatives to cement. The machinery ordered for the construction runs on diesel and with the highest European fuel efficiency standards. The city will have no cars, and people will use driverless electric vehicles that move on a subterranean level. The air conditioning will be solar energy powered. Investors hope the technologies and patents that will come out of the R&D in the Gulf States will give the country an advanced manufacturing sector focused on renewable sources of energy and materials (Rosenthal, 2009).

In Saudi Arabia, the new state-owned King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) allocated a US\$ 25 million grant to Michael McGehee, director of the largest solar cell research group in the world at Stanford University, to start a research centre on how to make solar power cost competitive with coal. KAUST also allocated US\$ 8 million to a researcher at the University of California, Berkeley, who is developing environmentally-friendly concrete. KAUST has other agreements with Caltech, Cambridge, Cornell, Imperial College, Oxford, Sapienza (Rome) and Utrecht universities (Rosenthal, 2009).

The huge investments made may enable researchers to generate many emerging technologies, like those dealing with carbon capture, microsolar and low-carbon aluminium, and make them more effective. Michael McGehee stated that “it has greatly accelerated the development process”, in particular with respect to developing cheaper solar cells. He could not obtain the needed subsidies from the US government for the same purpose. Saudi money paid for 16 new researchers, and the US scientist expected the new energy cells to dominate the market by 2015 (Rosenthal, 2009).

In December 2008, as Gordon Brown, the United Kingdom's prime minister, visited Qatar, the government signed an agreement to invest £150 million, or US\$ 270 million, in a British low-carbon technology fund (Rosenthal, 2009).

To sum up, Gulf States that have previously showed little interest in renewable sources of energy, like solar or wind energy, are now investing huge amounts of money in R&D concerning these alternative energies, at home and through grants to research groups in the United States and Europe. They do so because they understood that relying on a fossil energy based economy and lifestyle is not sustainable; because they could keep a dominant position in the new energy market and pocket royalties from the patented innovations. These are development, social and political challenges.

Biotechnology, innovation and public health: Cuba's experience

Cuba, a small country of 12 million people, has shown that after two decades of investments and efforts on training and retraining highly qualified researchers it could create an efficient medical and pharmaceutical biotechnology industry. The latter is not only useful to national public health, but also is a source of much needed income.

Why so? Before the Cuban revolution, i.e. before the 1950s, medical training and research was the privilege of few teams and some distinguished scientists such as Carlos Finlay, who discovered the virus of yellow fever and whose name is now that of an important vaccine-producing institute. The Marxist revolution believed in science and technology as a driving force for social change and progress. Public health for all was an imperative goal which was progressively achieved through the training of numerous physicians and with an effective network linking patients in their living space and with their medical doctors. Medical biotechnology was chosen in the mid 1980s as an area of excellence where Cuba could innovate and sell diagnostics, vaccines and drugs, embark into joint ventures with other countries, developed and developing ones. This was indeed a success story, politically supported at the highest level of the state, well planned, focused and socially oriented. It has become a subject of self-pride.

Thus, in the last 20-25 years, in the area of immunology, Cuba is the home about 600 immunologists, 10 research institutions in the field, a national network of 137 immunodiagnostic laboratories, as well as several centres for the production of vaccines, antibodies, biopharmaceuticals and diagnostic tests.

Agustín Lage, director of the Centre of Molecular Immunology (CIM), stated: « the most remarkable aspect of Cuban immunology (biotechnology) was its strong connection with public health.

Cuba, indeed, enjoys a very vast vaccination programme which includes the protection of newborns against 13 diseases; epidemiological vigilance using immunoassays of over 20 diseases. Hospitals use drugs such as recombinant interferons, monoclonal antibodies, cytokines and other biopharmaceuticals, produced locally.

It is true that a successful public health policy cannot be attributed only to effective medical action and use of modern technologies, but it is also true that the efforts made by Cuba over the last 25 years in medical biotechnology have contributed to decreasing infant mortality down to 6 per 1,000 births and to increasing life expectancy to 77 years. Several communicable diseases have disappeared (poliomyelitis, diphtheria, small pox) and others are under strict control (hepatitis B, meningoencephalitis and meningitis B).

Agustín Lage has underlined that the link between research on immunology and public health is biotechnology. This is not surprising because 70% to 75% of biotechnology products worldwide are related to immunology. Many biopharmaceuticals and vaccines are being produced by the new biotechnology start-ups and commercialized by the big pharmaceutical companies.

In Cuba, by the mid-1980s, a research pole and complex started to be built west of Havana and lumping together more than 40 organizations and 12,000 employees, including 7,000 scientists and engineers. Nowadays, the products of these R&D institutions are exported to 40 countries: 11 vaccines, more than 40 biopharmaceuticals (recombinant proteins and monoclonal antibodies); immunodiagnosics. There are about 91 new products in the development process and more than 60 clinical trials are being carried out in 65 hospitals. Furthermore Cuba's biotechnology centres have filed about 900 patents outside the country.

All these figures show that the following challenges had to be met: provide a good research basis, and setting up effective connections between research, production, education and training, and public health. Supported by a constant political will and a steady investment policy over more than two decades, multidisciplinary research teams working in different sectors and R&D areas, have been able to develop new technologies and products, i.e. to generate

innovation. In Cuba, this innovation has its origin in the national commitments for public health.

In other developing countries that also produce vaccines, diagnostics and drugs, like China and India, innovation has been generally promoted by the ministries of industry or of science and technology. The example of Cuba and, to some extent, of Brazil, may lead some countries like Argentina, which has a strong biomedical research, to closely associate bioindustry with the needs of public health, i.e. with social needs. In February 2009, during her visit to Cuba, Argentina's president signed a cooperation agreement with Cuba in medical and pharmaceutical biotechnology.

The challenge for higher education : the case of India and China

At the heart of China's ideology, confucianism makes a strong advocacy for education, work, obedience, social morality, and, like in Singapore, promotes a modern and dynamic economy, led by the state. Thanks to the top priority given to education, this ideology coexists harmoniously with a knowledge-based economy. In China, as elsewhere, there is a transition from a system that conceives education as prescribing a social behaviour, valid in a national context, to a system where education means training and acquiring knowledge in a globalized context (Verellen, 2008).

In China, the top priority is to integrate foreign knowledge and know-how and to adapt them to its economic needs. This process is characterized by a tension between openness and internationalization, on the one hand, and retention and censorship needed to maintain control, on the other. Nowadays, the reference for Chinese university people is the West, followed by Japan. Chinese universities, as well as those of the Republic of Korea, are struggling to be among the first levels of the ranking established among world universities and published since 2003 by Jiao-Tong university of Shanghai. Chinese universities appear in that ranking at the 200th level (Verellen, 2008).

In China, access to higher education has quadrupled in eight years and, in 2006, students admitted in universities represented 22% of an age class, with nevertheless important regional disparities. Graduated Chinese students were 5.6 million in 2008, i.e. more than Denmark's population, including 600,000 engineers. In addition, the training of an increasing number of Asian graduate students should be underlined: in 2005, 24% of PhDs and Master degrees in sciences and engineering delivered in the

United States have been awarded to Asian students (Verellen, 2008).

The impulsion of higher-education reform in China is not an isolated process in Asia. Japan, ROK and Taiwan have carried out (and are carrying out) similar reforms of their higher-education system and research. Some countries, like Japan, prefer to concentrate the state's subsidies on national centres of excellence, but in general higher-education institutions must find complementary resources. They set up evaluation systems so as to measure their performance and they adopt more efficient management systems. All these reforms aim to reach levels of excellence in a knowledge-based society (Verellen, 2008).

To sum up, higher-education systems of China, India and other Asian countries are responding to the challenges of globalization and innovation needed to compete on the world market. In the case of China, this movement is not in contradiction with the confucianist approach to a dynamic and modern economy, as well as to the priority given to education and work. The huge investments made by these countries in education as well as the openness to the world is a major stake for Asia, but it is also a reminder to wake up for those who are lagging behind in the world competition.

References

- Perucca, B. 2009. Publication du rapport bisannuel de l'Observatoire des sciences et des technologies. Recherche : la Chine en passe de combler son retard. *Le Monde*, 1 January 2009, p.4.
- Rosenthal, E. 2009. A green future for the heartland of oil. Gulf States finance alternative energies. *International Herald Tribune*, 10-11 January 2009, pp.1 and 14.
- Sasson, A. 1993. Biotechnologies in developing countries: present and future. *Vol.1: regional and national survey*. Paris, UNESCO.
- Sasson, A. 1997. Biotechnologies in developing countries: present and future. *Vol.2: international co-operation*. Paris, UNESCO.
- Sasson, A. 2000. Biotechnologies in developing countries: present and future. *Vol.3: regional co-operation and joint ventures*. Paris, UNESCO.
- Sasson, A. 2006. *Plant and agricultural biotechnology. Achievements, prospects and perceptions*. Monterrey, Mexico, COCYTE, NL.
- Sasson, A. 2008. *Recent progress in medical biotechnology and nanomedicine*. Yokohama, Japan, United Nations University Institute of Advanced Studies.
- Verellen, F. 2008. L'Asie à l'heure de la mondialisation universitaire. La Chine et l'Inde veulent jouer tout leur rôle dans la compétition du savoir. Un défi pour l'Europe. *Le Monde*, 29 October 2008, p.19.

Manifeste pour l'économie

Pr. Nouredine El Aoufi

Membre résident
Académie Hassan II
des Sciences et Techniques



0. L'appel esquissé ici pour l'émergence d'une communauté scientifique dans le champ de la discipline économique correspond à une double justification : la première a trait à la vitalité du paradigme économique, à la diversité croissante des programmes de recherche, à la sophistication des principes méthodologiques, aux relations de plus en plus intenses entre découvertes théoriques et politiques économiques au plan international. La seconde renvoie à la carence des dispositifs de coordination et d'organisation de la discipline au niveau national : l'involution de la recherche économique au Maroc, notamment à l'Université, est sans doute liée à des facteurs plus essentialistes, mais pour faire face aux enjeux, scientifiques et réels, de ce début de siècle la communauté des économistes marocains est appelée à élaborer et valider une stratégie de recherche scientifique, à définir les modes de fonctionnement propres à leur champ disciplinaire et à construire les interactions intra et interdisciplinaires.

L'inspiration qui fonde une telle entreprise a été condensée dans l'*Argumentaire* qui suit.

Analyse économique : l'exigence scientifique

1. Il y a eu, dans les années 1970, au sein de la communauté des économistes une tendance à mettre en cause le caractère scientifique de l'économie et à réaffirmer la nature sociale et politique de son objet. Procédant d'une critique de l'économie classique et néo-classique dans la lignée de Marx et de Keynes notamment, une telle tendance a contribué à fonder et à structurer un champ concurrentiel entre les théories économiques et à aménager à l'hétérodoxie un espace plus ou moins pertinent par rapport au paradigme standard et au *mainstream*. Les nombreuses controverses épistémologiques qui ont jalonné l'histoire de la discipline ont porté à la fois sur la validité des concepts liés à la théorie de l'équilibre général et sur la pertinence de ses résultats. Dès lors, la critique de l'économie politique a été moins une critique des conditions scientifiques requises par l'analyse économique, qu'une mise en doute radicale des hypothèses relatives aux «lois pures» régissant les relations de production et d'échange propres au

capitalisme. Le principe scientifique est un principe commun à l'économie politique et à sa critique.

Transposées sur le terrain de la science économique, les inflexions profondes que le monde a enregistrées à la fin du siècle dernier n'ont pas manqué d'accréditer l'illusion que le «trionphe» du capitalisme sur le «socialisme réel» ne fait que traduire, en dernière instance, celui de la *doxa* libérale sur toute autre approche critique et alternative.

2. Toutefois, une telle illusion scolastique, aujourd'hui mise à mal par la vivacité des controverses que connaissent, entre autres, les programmes de recherche institutionnalistes, semble prendre au Maroc une double dimension de «fin de l'histoire» et de «fin de la science». De fait, on observe depuis quelques années, outre l'hégémonie d'une pensée unique, un glissement de l'analyse économique loin des règles élémentaires qui fondent en général un discours scientifique. Ce glissement, que tendent à renforcer les traitements des questions économiques par les médias nationaux, prend appui sur une série de raisons spécifiques à notre pays :

- La crise qui frappe, depuis les années 1980, l'université a eu des conséquences négatives sur le niveau de la formation et sur la qualité des travaux de recherche, notamment des thèses soutenues dans le domaine des sciences économiques. Les problèmes matériels, amplifiés par la dépréciation du statut social et symbolique de la profession, ont contribué à détourner les enseignants-chercheurs d'abord de leurs recherches, ensuite de leurs enseignements. Aujourd'hui la «relève générationnelle» semble largement compromise.

- L'attrait symétrique du secteur privé, notamment, n'a pas manqué d'engendrer un *effet gestion* sur les étudiants et les enseignants au détriment de la discipline de sciences économiques considérée comme trop théorique, c'est-à-dire coupée de la réalité, et tenue non seulement pour «lugubre» mais pour «ringarde».

On a ainsi assisté à des reconversions débouchant sur des enseignements hybrides mi-économie, mi-gestion, et produisant des profils tronqués et des formations insuffisantes :

- L'engouement des étudiants pour les filières de gestion et de management, s'il est justifié par les besoins des entreprises «modernes», ne s'explique pas moins par l'image d'Epinal associée aux débouchés des grandes écoles et aux postes liés au management. Dans ce contexte, la complexité du contenu théorique est souvent sacrifiée au profit d'une insoutenable légèreté du jargon de gestion et de management. Un jargon simpliste, vulgaire mais «très branché», devenu jargon commun aux chercheurs et aux journalistes.

3. S'il y a lieu de réaffirmer l'exigence scientifique *ici et maintenant*, c'est en raison précisément des confusions de registres constatées et des faux usages récurrents faits à la fois des concepts, des théories, des approches et des principes méthodologiques. Les démarches approximatives et les analyses schématiques des articles de journaux sont souvent reproduites dans des travaux académiques et utilisées comme des références. Les conventions méthodologiques propres à la recherche scientifique sont de moins en moins scrupuleusement observées, ce qui explique les faiblesses d'analyse et la redondance des résultats. La réforme en cours de l'université peut constituer, en l'occurrence, une opportunité pour un retour aux normes et pour un réinvestissement du champ de l'analyse économique. C'est, en effet, dans ce dernier que se déclinent les séquences d'élaboration de la connaissance, non dans celui la médiation ou de la vulgarisation des résultats du travail scientifique.

La théorie en dernière instance

4. Depuis le début des années 1980, on l'a déjà dit, la composante théorique au sein de l'analyse économique semble marquer un net recul au profit de l'approche descriptive et positive. On pourrait y voir a priori un lien avec la montée en régime du néo-libéralisme et avec le contenu pragmatique des politiques prônées par le FMI et la Banque mondiale. Rien n'est moins faux. Sous les programmes d'ajustement structurel, il y a la suprême théorie. Le modèle standard a pu infléchir son programme de recherche, améliorer de façon substantielle son contenu théorique et méthodologique et réarticuler le principe de rationalité des agents sur les limites procédurales liées à l'asymétrie d'information, soulignant ainsi sa *falsifiabilité*.

Parallèlement, la critique de la «science normale» a réussi à réactiver ses angles d'attaque et à fonder de nouvelles hétérodoxies pertinentes (théorie de la régulation, économie des conventions). Toutes ces avancées théoriques ainsi que les controverses auxquelles elles ont donné lieu n'ont pu trouver qu'un faible écho dans les cours dispensés tout au long de cette période, ces derniers s'étant arrêtés à la version canonique de l'équilibre walrassien et à la rhétorique de la valeur usée jusqu'à la corde par le «marxisme vulgaire». Les quelques analyses critiques qui ont été tentées au cours de cette période ont porté, de façon tautologique, sur les effets anticipés de l'ajustement structurel, faisant totalement l'impasse sur les fondements théoriques qui le sous-tendent.

5. Or, la théorie est la matrice de l'analyse économique, le lieu d'élaboration, en dernière instance, de la connaissance du «troisième genre» (au sens de Spinoza). Le pragmatisme des politiques libérales, leur faisabilité sont le résultat d'un

processus d'abstraction et de stylisation de la réalité et des phénomènes économiques réels. On connaît le travail d'élaboration théorique, de formalisation et de modélisation accompli par les Economic Advisers, les think tanks, les centres de recherche, les universités, les cercles de réflexion, etc. aux Etats-Unis notamment et le rôle qu'ils jouent dans la définition des politiques économiques et dans la mise en oeuvre des programmes de gouvernement. Présente en creux, la dimension théorique n'est pas moins déterminante pour assurer la cohérence à l'action publique. Une part de l'inefficience des mesures appliquées au Maroc pourrait être attribuée à la carence de l'équipement théorique pertinent. Celui-ci, pour imprimer une cohérence aux politiques publiques, ne peut faire l'économie d'une approche théorique convergente. Une politique économique ne peut être le fruit d'un «copier-coller». Georg Simmel parle d'*intellectualité* pour désigner une cohérence idéologique structurant, par le discours, un système de valeurs. Dans cette optique, l'essentiel des politiques économiques mises en oeuvre depuis les années 1980, loin d'exprimer une neutralité procédurale, est le produit d'une *intellectualité* néo-libérale prônée au titre de *consensus universel* par les organismes financiers internationaux.

6. A cette cohérence idéologique dominante, il convient d'opposer d'autres *intellectualités* : celles-ci doivent se placer sur le même terrain radicalement théorique et procéder de la même démarche procédurale et pragmatique. L'économie marche, longtemps «plombée» par l'offensive des «solutions libérales», est appelée à redéfinir une «pratique théorique» dont les enjeux sont traduisibles en politiques économiques opérationnelles. En soulignant cette perspective, il s'agit rien de moins que de prendre acte du pluralisme théorique et méthodologique consubstantiel au champ de la science économique et de la valeur heuristique intrinsèque au débat et à la controverse au sein de la communauté des économistes.

L'université semble le lieu approprié pour l'exercice d'une telle confrontation d'intellectualités. La structuration de la recherche autour d'équipes et de laboratoires, dans ses articulations avec les unités de formation et de recherche, est susceptible de constituer un facteur d'incitation et un principe d'organisation. Les moyens matériels et humains doivent être suffisants pour permettre aux chercheurs de créer les supports de publication, les interfaces de valorisation, de tisser des échanges scientifiques, d'intégrer des réseaux internationaux, etc.

De par sa présence qualitative au sein d'universités et de centres de recherches internationaux, la communauté des économistes marocains résidant à l'étranger est, de ce point de vue, une composante essentielle à même de jouer un rôle de médiation et de benchmarking.

Economie et anthropologie symbolique

7. Le pluralisme théorique et méthodologique est primordial, car nul débat n'a de chance de s'instaurer dans un contexte scientifique dominé par la pensée unique. Au Maroc, cette dernière a pu imposer son hégémonie dans le champ intellectuel, pour ainsi dire, par défaut. Il n'y a pas lieu ici, évidemment, de revenir sur les conditions, historiques et institutionnelles, ayant favorisé l'offensive du néolibéralisme à l'échelle mondiale. Dans d'autres pays, ces mêmes processus n'ont pas, pour autant, réussi à désarmer la critique et à empêcher de s'affirmer la contre-offensive altermondialiste, bien au contraire.

8. L'agenda que doit se fixer la communauté des économistes marocains est d'abord de *constituer le champ disciplinaire* propre aux économistes. Ce champ est, il faut le souligner, un champ strictement scientifique et académique. Par conséquent, un champ pluriel en termes de positions théoriques et méthodologiques. Le cadre associatif doit garantir l'expression libre des différentes écoles, sans exclusive. L'hégémonie théorique, voire intellectuelle (au sens de Simmel), est un objectif légitime et doit fonctionner comme un principe d'incitation et un facteur d'avancée générale. Dans le domaine scientifique, la concurrence entre les paradigmes ne doit souffrir aucune aporie.

Ensuite, il importe d'organiser *le fonctionnement du champ*. Le principe organisationnel ne peut que tenir compte des divergences, voire des oppositions théoriques et méthodologiques. Il doit également pouvoir impliquer dans la vie de l'association et dans ses activités l'ensemble de la communauté des économistes marocains, y compris les économistes marocains résidant à l'étranger, ce qui nécessite des dispositifs structurels efficaces, souples et adaptés.

9. Cette ambition très ample n'est, objectivement, susceptible de prendre corps que si le principe organisationnel incorpore un mode de coordination électif, transparent et démocratique. Il faut insister sur ce point, car la dynamique de la discipline est fonction, non seulement des programmes de recherche scientifique qui l'alimentent, mais aussi, dans une large mesure, de l'efficacité des formes et des procédures institutionnelles. Il y a une congruence nécessaire entre l'objectif de promouvoir la recherche en économie et l'extension du champ disciplinaire à toutes les approches théoriques et méthodologiques. L'approche normative est performative des croyances, des représentations et des anticipations des agents, mais les axiomatiques qui lui sont constitutives l'affranchissent du principe de falsifiabilité et de réfutabilité propre à la science.

La pensée positive et fonctionnaliste a tendance, quant à elle, à expulser du champ des sciences économiques les croyances, les valeurs, l'éthique, le sacré, etc. sous prétexte que l'économie n'est pas une science morale. La problématique, à l'œuvre au sein de la philosophie

économique, connaît aujourd'hui un regain d'intérêt imputable, au-delà des dérives du capitalisme financier, à l'impact produit sur les firmes et sur les Etats par les nouvelles médiations que constituent la société civile, les ONG, etc. Sans entrer dans le débat qu'on ne fait que signaler, il importe de mettre en évidence non seulement la part du symbolisme dans la société composite marocaine (Pascon), mais aussi son efficacité dans le formatage des comportements individuels et collectifs et des anticipations. De même, l'économie nationale, y compris dans sa composante dite moderne, étant irréductible à la sphère marchande, il serait fallacieux de considérer comme non création de valeur l'ensemble des processus liés au don/contre don et l'ensemble des structures fonctionnant à la réciprocité et à l'altruisme.

Agir sur l'économie

10. Repousser radicalement l'anthropologie morale et l'ordre symbolique loin du champ de l'économie revient à réduire les relations sociales aux transactions marchandes et l'individu, tout à la fois agent économique et acteur dans la cité, à la vulgate de l'Homo oeconomicus et, en dernière analyse, à vouloir expurger l'économie de la «scorie politique». Le déterminisme économique, réactivé par la «contre-révolution libérale», tend à subordonner l'action collective à la logique inexorable des contraintes, des phénomènes d'hystérésis et des processus irréversibles. On doit à la théorie hétérodoxe la mise en avant du principe constructiviste et la prééminence du rôle attribué au politique, aux architectures institutionnelles et à l'action publique dans la (re)fondation sociale. La perspective suggérée est que, sans constituer une surdétermination, l'action politique est l'ultime procédure permettant de rendre réversibles les irréversibilités et d'opérer un infléchissement des trajectoires économiques par rapport à la dépendance de chemin.

11. Les politiques d'ajustement structurel ne sont pas sans lien avec les représentations fatalistes et le façonnage des comportements et de l'habitus par rapport à l'impuissance publique et son corollaire l'«individualisme informel». L'équilibre financier ayant été érigé en norme, les secteurs sociaux ont dû subir la loi d'airain des restrictions budgétaires et leurs effets sur les indicateurs du développement humain n'en ont été que plus dévastateurs.

Tout au long des années 1980, la contrainte externe a été inlassablement présentée comme la traduction d'un déterminisme économique alors qu'il s'agit d'une hypothèse *ad hoc* qui, en l'occurrence, ne peut qu'être sujette à caution, voire il s'agit de l'importation d'un ordre idéologique et symbolique.

On ne plaide guère ici en faveur d'une élaboration scientifique domestique, car le savoir est de par sa nature un bien commun, universel, non exclusif et

non rival. Cependant il y a lieu d'observer que les décryptages pertinents de l'économie nationale effectués par les économistes marocains auraient pu (et dû) inspirer, à moindres frais et sans tomber sous les conditionnalités des organismes financiers internationaux, les politiques de retour aux équilibres fondamentaux.

12. Le rôle des économistes nationaux est aujourd'hui relégué au second plan, loin derrière celui des experts internationaux et des technocrates autochtones. Les premiers élaborent des modèles, établissent des diagnostics et formulent des recommandations. Il n'est pas un seul domaine, aussi stratégique soit-il, qui échappe à leur observation et investigation. Les seconds tentent, autant que faire se peut, d'appliquer les thérapeutiques préconisées par les premiers, de façon scrupuleuse et avec un souci d'efficacité digne d'un bon élève. Il n'y a dans cette description nul schématisme, les traits sont dans la réalité nettement plus prononcés. Toutefois, l'implication des économistes nationaux, aussi résiduelle soit-elle, n'est pas moins présente dans les rapports des cabinets et des experts internationaux : ils alimentent les diagnostics en termes de données et d'analyses, laissant aux autres le soin de mettre au point les «matrices des recommandations» et de fixer les objectifs à poursuivre en matière de politiques publiques. Encore une fois, le problème est moins dans l'origine de cette «littérature» ou dans l'ordre discursif et doctrinal que dans l'opportunité politique de la démarche ainsi que dans les effets ayant trait à la définition de choix nationaux et au principe de légitimité des politiques se référant au registre technocratique.

13. Si avec l'avènement du gouvernement dit d'«alternance consensuelle» en 1998, il a été opéré une inflexion dans l'affectation des dépenses publiques en faveur du social, l'effet de structure des politiques macroéconomiques est demeuré à peu près le même, dans la continuité des choix tracés par le PAS en 1983. Mais, paradoxalement, on aurait pu s'attendre à une mise à contribution plus significative et plus directe des économistes nationaux dans la définition d'orientations et d'actions dans les domaines économiques et sociaux. Il n'en fut rien.

Aujourd'hui, devant la persistance des déséquilibres structurels et l'approfondissement des déficits en termes de développement humain, il importe d'opérer une inflexion plus vigoureuse en matière d'abord de l'*intellectualité* : agir sur l'économie et sortir de la circularité de l'ordre discursif selon le quel il n'y a qu'à maîtriser les fondamentaux pour accroître le taux de croissance demain et pour améliorer le niveau social des populations les plus pauvres après-demain. Outre qu'à long terme nous serons tous morts (Keynes), l'hypothèse sous-jacente mérite d'être testée sur la base du «bilan de cinquante ans d'indépendance» du Maroc. Eu égard à cette tâche scientifique le rôle des économistes nationaux est irremplaçable.

Développement et démocratie

14. L'équilibre budgétaire et financier ne peut, à lui seul, constituer une condition substantielle du développement, celui-ci impliquant des arbitrages entre des objectifs incompatibles et des arrangements entre des besoins divergents individuels et collectifs, privés et publics. L'économie critique inverse les enchaînements supposés vertueux dans la théorie standard : c'est l'amélioration des indicateurs du développement humain, moyennant une action stratégique puissante de l'Etat, qui est susceptible d'engager l'économie sur un sentier de croissance et d'équilibre stationnaire. On retrouve dès lors la finalité ultime de l'économie centrée sur le relèvement des *capabilités*, l'extension des libertés, le renforcement des conditions de bien-être et de «vie bonne» pour l'ensemble de la population (Sen).

15. L'option du développement humain est justifiée, de façon singulière, au Maroc en raison de l'ampleur de la *pénurie des capacités* et, par conséquent, des tensions autour de la *dette primordiale*, au sens de Charles Malamoud, définie comme l'ensemble des obligations qui structurent le lien social entre les individus (dette privée) et entre les citoyens et l'Etat (dette sociale). Dans le cas du Maroc, la dette sociale cumulée est telle que seule une reconfiguration des interventions de l'Etat autour des choix collectifs, majoritaires et populaires, est en mesure non seulement de désactiver les mobiles de conflit radical mais de favoriser, de surcroît et chemin faisant, les facteurs de «croissance bonne».

16. Le principe constructiviste qu'implique le paradigme du développement humain renvoie à la question soulignée précédemment relative à la nature de l'action publique, aux procédures de prise des décisions et aux dispositifs de leur mise en œuvre. Jusqu'ici, on l'a dit, ce sont les arguments faisant prévaloir l'efficacité procédurale qui semblent avoir justifié les choix en faveur des «processus technocratiques». Toutefois, en matière de développement, la rationalité instrumentale passe par des médiations politiques et, tout à l'inverse, ce sont les «processus démocratiques», c'est-à-dire les compromis obtenus par la délibération et le débat politiques, qui, en octroyant une légitimité aux politiques publiques, contribuent à améliorer à la fois leur efficacité, leur cohérence et leur crédibilité.

17. C'est par rapport à cette congruence fondatrice entre *développement et démocratie* que doit se situer l'engagement de l'économiste marocain. Il s'agit d'un engagement citoyen qui, en renouant avec une tradition remontant à Smith, Marx, Keynes et *al.*, permet à la science économique au Maroc de réasseoir son hégémonie et de favoriser l'exercice de son magistère.

Les nombres, une mine d'Or et d'Argent

Pr. Abdelmalek Azizi

Membre correspondant
Académie Hassan II
des Sciences et Techniques



Comme disait Kronecker (1823 - 1852); Dieu a créé les entiers naturels et l'homme a fait le reste. Dieu a créé les entiers en même temps que l'univers. L'homme a su, en partie grâce à son génie, comprendre et utiliser les entiers. Par la suite, suivant ses besoins, il s'est mis à utiliser d'autres nombres : les nombres rationnels, les nombres irrationnels, les nombres complexes...

L'homme s'est intéressé à l'étude de certains problèmes de nombres depuis des périodes très reculées. Les problèmes étudiés provenaient aussi bien de son activité économique (commerce, poids et mesure) que de ses préoccupations astronomiques (calendrier, astrologie). C'est ainsi qu'il avait défini des relations entre les nombres et des lois sur l'ensemble des nombres, constituant l'Arithmétique ou la Théorie des Nombres.

Parmi les applications les plus pertinentes et des plus anciennes des nombres, on trouve des applications géométriques de ce qu'on appelle «nombre d'Or» : étant donné deux points A et B, il existe un unique point M du segment AB tel que le rapport de la distance entre A et B avec la distance entre A et M coïncide avec le rapport de la distance entre A et M avec la distance entre M et B. Le rapport de la distance entre A et B avec la distance entre A et M est indépendant de la distance AB, et est donc un nombre fixe qu'on appelle nombre d'Or et qui est égal à $(1 + \sqrt{5})/2$.

La notion de nombre d'Or avait été utilisée en architecture par les Egyptiens dans la construction de la pyramide de Khéops, en utilisant un rapport d'Or entre la demi-base et la hauteur de la pyramide, et par les Grecs dans la construction du Temple «le Parthénon d'Athènes» en utilisant un rapport d'Or entre largeur et longueur du rectangle constituant le palais.

Ces deux constructions sont d'une beauté extraordinaire. Ainsi, ce rapport d'Or est devenu un moyen de beauté et d'esthétique. Au fil des civilisations, on retrouve l'utilisation du rapport d'Or dans plusieurs endroits : chez les peintres pour trouver le meilleur mélange entre deux couleurs, ou en milieu Financier dans les calculs de dépôts d'argent («Golden Ratio»)

Les Finances, le commerce, la cryptographie et bien d'autres domaines scientifiques et industriels utilisent l'Arithmétique élémentaire pour des fins très utiles comme le contrôle et la sécurité. Si je prends par exemple un billet de banque en Europe (billet d'Euro), son «numéro» est composé d'une lettre et de onze chiffres. La lettre représente le pays: U pour France, V pour Espagne, Z pour Belgique, S pour l'Italie, etc. On attribue à la lettre le numéro de sa place dans l'alphabet et on lui rajoute 10, on obtient 31 si c'est un billet de France. On effectue la somme de 31 et des autres chiffres. Le reste de la division de cette dernière somme par 9 doit être nul. C'est un moyen de dégager au moins certains billets falsifiés parmi d'autres.

Ce même procédé est utilisé à travers le monde dans plusieurs secteurs (les cartes de banques, les cartes d'assurance maladie, les code-barres,).

Ce ne sont que des exemples d'applications choisis parmi tant d'autres, qui touchent plusieurs domaines tels que les Mathématiques, la Physique, la Chimie, la Biologie, les Télécommunications, l'Economie, l'Industrie...

L'Arithmétique, ou la Théorie des Nombres élémentaire, ne cesse d'avoir d'autres applications dans divers domaines scientifiques ou industriels ; et constitue bien une mine d'Or et d'Argent (dans les deux sens du terme).

Actuellement, on remarque chez la plupart de nos étudiants universitaires, l'absence des notions les plus élémentaires d'Arithmétique. Ceci vient surtout de la sous estimation, chez nous au Maroc, du rôle de l'Arithmétique non seulement dans le développement de toutes les disciplines scientifiques mais aussi dans le développement industriel et économique de notre pays.

Au niveau du secondaire, on n'insiste plus suffisamment sur les notions élémentaires d'Arithmétiques : notions d'entiers naturels, nombres premiers, relation de divisibilité entre deux entiers, notion de congruence, structures modulo un entier naturel....

Ce sont des notions élémentaires qui étaient, depuis des temps très reculés très utiles et le sont encore plus aujourd'hui.

Bibliographie

[1] Number Theory in Science and communication. Schroeder M.R, Springer 1997.

[2] Le domaine «emath.fr» : <http://smf.emath.fr/MathGrandPublicPromenadesMathematiques>



La pyramide de Khéops



Le Parthénon d'Athènes

De l'importance d'une communauté scientifique pour le Maroc

Pr. Mohamed Berriane

Membre correspondant
Académie Hassan II
des Sciences et Techniques



Un système de recherche scientifique national a besoin de l'existence d'une communauté scientifique, voire de communautés scientifiques au pluriel en relations avec les différents champs disciplinaires. Le chercheur a besoin de s'identifier à une communauté scientifique qui a sa propre légitimité dans le système universitaire comme dans la société et cette communauté doit être reconnue par les enseignants-chercheurs eux-mêmes et par les pouvoirs publics. Outre la contribution à la visibilité de la recherche au niveau international, cette communauté joue un rôle essentiel dans l'auto-évaluation par les pairs. On le sait, l'évaluation des travaux des chercheurs marocains se pose de façon urgente et l'absence d'instances sérieuses contrôlées par les pairs est dramatique.

En plus de la question de la promotion, le problème de l'évaluation de la production scientifique reste entier. Cette production s'adressant avant tout aux pairs, les règles de l'évaluation de cette production devraient être reconnues et acceptées par tous les membres de la communauté. La gratification symbolique ou matérielle du chercheur est entièrement entre les mains de ses pairs et des organismes émanant de la communauté de ces pairs.

Dans les systèmes d'enseignement supérieur et de recherche des pays développés, les pairs jouent un rôle fondamental, parfois quasi exclusif, dans l'évaluation et la promotion du corps enseignant. Aucune nomination n'a lieu, aucune promotion et aucun crédit de recherche ne sont accordés sans l'accord préalable de commissions composées pour l'essentiel de pairs nationaux et internationaux qui émanent de la communauté scientifique et dont les décisions sont de ce fait acceptées sans contestation.

Une communauté scientifique développée selon les normes internationales est embryonnaire au Maroc

Cette communauté qui semble avoir existé au cours des années 70 et une partie de la décennie suivante est quasi absente aujourd'hui puisque les indicateurs qui dans d'autres contextes vérifient l'existence d'une communauté scientifique sont rares dans le cas du Maroc.

Tout d'abord cette communauté scientifique éventuelle n'est pas reconnue comme telle par les scientifiques eux-mêmes. Peu de chercheurs marocains croient en l'existence d'une telle instance et nombreux sont ceux qui la nient. 60 % des enseignants chercheurs interrogés dans le cadre de l'étude d'évaluation de la recherche en Sciences Humaines et Sociales ont déclaré que cette communauté n'existait pas¹.

Le jugement par les pairs est peu accepté et les exemples sont nombreux. On relève et de façon fréquente une certaine défiance des universitaires marocains à l'égard de leurs collègues et on entend ici et là des propos tenus par des membres des commissions scientifiques de facultés qui ont subi des critiques acerbes de la part de collègues mécontents de leurs évaluations. Cette défiance ne peut s'expliquer que par le fait que la procédure de composition de ces commissions scientifiques, ne tient pas compte de la légitimité et de l'autorité scientifiques et n'émane pas de ce fait de la communauté scientifique.

Par ailleurs les litiges entre scientifiques (plagia, par exemple) sont parfois portés devant l'instance judiciaire, par le biais de procès, ce qui transfère un pouvoir, réservé ailleurs aux pairs, à une instance extérieure à la communauté. Ceci rejoint le cas du collègue qui n'étant pas satisfait de la décision du jury de l'habilitation ayant refusé son dossier scientifique menace de porter l'affaire devant la justice. Ici, aussi on envisage le transfert de l'examen d'un dossier scientifique, prérogative par excellence des pairs, à une instance externe. De façon générale on ne peut que regretter que les enseignants chercheurs n'accordent qu'une place secondaire aux pairs dans le système d'évaluation et de promotion qu'ils souhaiteraient voir instaurer.

¹ Enquête sur l'évaluation du système national de la recherche dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales, Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique et R et D Maroc.

L'une des explications qui se trouvent derrière la difficulté d'émergence d'une communauté scientifique réside dans le manque d'un auto encadrement collectif inter générationnel. Dans d'autres systèmes universitaires, la hiérarchie au sein de la discipline, basée sur une autorité académique et scientifique fait que l'encadrement des plus jeunes se fait par le biais de pairs plus âgés et plus expérimentés. De ce fait, des comités scientifiques constitués sur la base de la compétence et non sur la base d'élections dites «démocratiques» veillent sur la qualité et le respect des normes académiques mises au point par les pairs eux-mêmes. Au Maroc, la jeunesse de la majorité des enseignants chercheurs fait que la mise en place des équipes au sein des différentes universités se fait dans un climat de concurrence et de compétition, chacun voulant s'ériger en patron, s'émanciper de toute autorité et devenir lui-même une autorité sans que cela ne soit toujours accompagné d'une compétence et d'une autorité scientifique. La seconde vient du fait qu'une grande majorité des jeunes thésards qui composent le corps d'enseignants chercheurs des différents départements ont soutenu leurs thèses à l'étranger, sous la direction d'encadrants étrangers. Une fois en fonction au Maroc, ils évoluent dans un environnement où cette autorité morale et scientifique que constitue l'encadrant et son équipe est quasi-absente, sans qu'ils ne reconnaissent une autre sur place. La réglementation de la procédure pour accéder à l'Habilitation à l'encadrement de la recherche qui pouvait mettre un peu d'ordre dans cette situation, a été conçue d'une telle manière qu'elle ne fait qu'amplifier cette course effrénée vers le patronat scientifique sans compétence.

Que faire pour que la communauté scientifique marocaine, aujourd'hui embryonnaire, s'affirme?

Pour voir émerger une communauté scientifique puissante et visible il est nécessaire que celle-ci soit perçue comme telle par les scientifiques eux-mêmes, mais qu'elle soit aussi voulue et accompagnée par les pouvoirs publics.

La première condition peut être atteinte par un travail au sein des chercheurs par eux-mêmes. Une enquête exhaustive pour mesurer les indicateurs d'existence de cette communauté ainsi que le point de vue des chercheurs, peut être un début de sensibilisation des chercheurs des différentes disciplines à la nécessité de l'émergence de cette communauté.

La deuxième condition nécessite un accompagnement de la recherche de la part des pouvoirs publics pour impulser et accompagner matériellement et symboliquement la construction de cette communauté.

Pour cela il faut professionnaliser le métier de chercheur, soutenir ses activités et lui donner les moyens pour se reproduire. Ceci passe aussi par des sociétés savantes actives qui reçoivent des appuis pour qu'elles fonctionnent mieux et ce à deux niveaux :

- Il faut intervenir au niveau de la communication entre chercheurs de même champ disciplinaire afin de créer les conditions de prise en conscience de l'appartenance à une communauté. Les sociétés savantes et associations professionnelles existantes ou à créer disposent de peu de moyens pour mobiliser leurs membres pour des congrès annuels. Or c'est la multiplication des congrès réguliers de telle ou telle discipline qui permet la prise de conscience de l'existence d'une communauté.
- Il faut intervenir au niveau de la prise en compte par les chercheurs de chaque discipline des critères de l'évaluation de la production scientifique. Ici c'est la création de revues nationales si possible indexées et indépendantes des établissements d'enseignement supérieur et dotées de comités scientifiques veillant au respect des règles de l'art de la discipline qui peut diffuser au sein d'une future communauté les règles d'évaluation de la production scientifique, les mécanismes de contrôle et les frontières des différentes disciplines et des différentes communautés. Ce rôle ne peut en aucun cas être joué par les revues des Facultés actuelles, car celles-ci entraînent un certain émiettement et peuvent être perçues comme non légitimes aux yeux des scientifiques, notamment ceux de la communauté internationale. Or, l'existence d'une communauté scientifique passe aussi par cette reconnaissance de la communauté internationale.

Ce n'est que grâce à ces appuis que les membres d'une discipline peuvent exercer un contrôle interne des critères reconnus et admis par tous et qu'une communauté scientifique peut exister. Celle-ci ne peut fonctionner sans l'existence d'un consensus sinon absolu du moins général autour de règles et valeurs qui lui sont propres.

Introduction au concept de Culture scientifique et technique : aspects succincts ressortis de l'expérience occidentale

Aziz Bensalah*

Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (Maroc)



Introduction

Nul doute que la Culture, dans son ensemble, constitue un des leviers essentiels du développement. Dans cet ensemble, la Culture scientifique et technique (CST) représente un défi spécifique eu égard aux enjeux impliqués par des avancées scientifiques et techniques de tout ordre, souvent fulgurantes, parfois bouleversantes. Il y a nécessité ardente à fournir au citoyen actif, ou appelé à l'être, la culture nécessaire pour comprendre le sens des évolutions qui l'atteignent de plein fouet dans sa vie quotidienne: santé, alimentation, environnement, transports, communications, etc. L'idéal est de le rendre en mesure, d'une part, de maîtriser les sophistications de cette vie quotidienne, d'autre part, de se prononcer, le cas échéant, en connaissance de cause sur les «choix de société» impliqués par l'évolution des sciences et des techniques.

Ces objectifs idéaux ne peuvent être approchés qu'à la faveur d'une politique nationale, vigoureuse et cohérente, de promotion et de diffusion de la CST. Le but de cet article est de contribuer au large débat nécessaire en vue de l'émergence d'une telle politique dans notre pays, au travers d'un rappel succinct de quelques aspects liés au concept de CST, tel qu'il a été théorisé et pratiqué dans l'expérience des pays occidentaux.

Qu'est-ce que la culture scientifique et technique ?

Paradoxalement, alors que la CST s'est imposée et développée en tant qu'enjeu national dans la plupart des pays occidentaux depuis maintenant plus d'une trentaine d'années, il n'est toujours pas aisé d'en trouver une définition unanime. Pour s'en rendre

compte, il suffit de constater [1] que si en France et dans les pays francophones, on parle volontiers de «Culture scientifique, technique et industrielle», en Grande Bretagne, on utilise la notion de «public understanding of science» (compréhension de la science par le public), aux Etats-Unis, celle de «scientific literacy» (alphabétisation scientifique), au Canada anglais, celle de «public awerness» (conscience publique [en matière de science et de techniques]).

Par ailleurs, certains [2] distinguent une «dimension sociétale» renvoyant «aux modes institutionnels (ou autres) par lesquels une société parvient à se doter d'un certain niveau de développement scientifique et technologique, à comprendre les enjeux que suppose ce développement et à l'orienter en conséquence» et une «dimension individuelle» représentant «chez une même personne, l'ensemble des sensibilités, savoirs, expériences, pensées, compétences et comportements à l'égard des sciences et de la technologie».

Face à ces difficultés théoriques, il est toujours possible de retenir les deux définitions suivantes:

- *La culture scientifique et technologique, c'est l'expression de l'ensemble des modes par lesquels une société s'approprie la science et la technologie [3].*
- *La culture scientifique est l'ensemble des connaissances et compétences en sciences et technologies que les individus ont acquises et utilisent au quotidien [4].*

Repères historiques

Il est illusoire d'espérer rendre compte convenablement de l'histoire de la CST sous forme d'un aspect succinct. Aussi, prenons-nous ici le parti d'en évoquer seulement quelques repères, tout en n'ignorant pas la part d'arbitraire accompagnant ce genre d'exercice.

Le premier repère est d'ordre chronologique: les historiens des sciences s'accordent pour dire que la diffusion des connaissances scientifiques et techniques a constitué un enjeu majeur dès la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. La vulgarisation et la médiatisation scientifiques prennent leur essor grâce à des modes d'expression variés: communications dans les livres et les journaux, expositions, conférences et même fête de la science [5]. En France, des musées, et non des moindres, tels que le Muséum national d'histoire naturelle (1793) et le Conservatoire national des arts et métiers (1794), concourent à cette diffusion.

* PES au CNRST, Responsable de la Cellule pour la promotion et la diffusion de la culture scientifique et technique, Coordonnateur du Réseau National pour la promotion et la diffusion de la Culture Scientifique et Technique (RNCST)

L'idéal d'une éducation populaire en constitue un moteur. Mieux, avec Jules Verne et ses *Voyages extraordinaires* (*Cinq semaines en ballon*, 1863; *De la Terre à la Lune*, 1865; *Vingt mille lieues sous les mers*, 1870; *Autour de la Lune*, 1870; etc.) la science est bel et bien «dans la culture».

Le deuxième repère renvoie au tournant des années 80 [1]. A cette période, «un grand nombre de gouvernements occidentaux ont fait de la culture scientifique, de l'enseignement des sciences, de la sensibilisation du public aux sciences, l'une de leurs priorités». En 1987, les ministres de l'OCDE en charge de la Science et de la Technologie reconnaissent la nécessité de «promouvoir le développement de la culture scientifique et technologique dans l'ensemble de la société». En 1989, la CEE, ancêtre de l'UE, n'est pas en reste et souligne les enjeux sociaux et culturels d'une politique européenne de recherche dans son premier rapport (demandé par le Parlement européen) sur «l'état de la science et de la technologie en Europe». Dès lors, soit sur les trois dernières décennies, l'analyse et le bilan du développement de la CST en Occident, se fait à l'aune de politiques nationales (lois, plans) débattues, décidées, mises en œuvre, soumises à l'analyse et au bilan puis remaniées.

Acteurs, outils et pratiques, évaluation

Outre les pouvoirs publics qui ont pour rôle d'impulser une politique à l'échelle nationale, on peut distinguer trois grands groupes d'acteurs de la diffusion de la CST:

- les institutionnels de la science: système éducatif (école, collèges, lycées et universités), laboratoires et centres de recherches, entreprises industrielles.
- les institutionnels de la CST: musées, cités des sciences, centres de CST .
- les clubs et associations publiques ou privés, regroupés ou non en réseaux ou forums.

Le premier groupe est diffuseur par enseignement et production des savoirs et des savoir-faire. C'est le groupe des savoirs scolaires et des apprentissages institutionnels. Il englobe la communauté scientifique qui est à l'origine du développement scientifique et technique. Les deuxième et troisième groupes ont pour rôle de partager et de disséminer les savoirs et savoir-faire produits par la communauté scientifique. Ils sont diffuseurs de CST par *médiation scientifique*. Ce sont les groupes des savoirs sociaux et des apprentissages informels.

Les rapports entre ces différents groupes ne sont pas simples à plus d'un titre. S'il y a unanimité à penser que «Favoriser la culture scientifique c'est d'abord mieux enseigner les sciences à l'école», la réalité d'aujourd'hui, dans les pays occidentaux, est que la culture et l'information scientifiques sont transmises autant par l'école que par les différents médias. Par ailleurs, il peut y avoir mésentente entre le scientifique, producteur des connaissances, et le médiateur, son relais auprès du public. Le scientifique redoute une simplification réductrice de la part du médiateur. Certains théoriciens de la CST pensent qu'un médiateur doit obligatoirement être un scientifique. D'autres, plus modérés, prônent le dialogue et jugent que «tout article ou présentation sur un thème scientifique réalisé par un médiateur doit être validé par un spécialiste». Cette controverse est tempérée aujourd'hui, d'une part, par le nombre croissant de scientifiques actifs au sein des deux groupes susmentionnés des apprentissages informels, d'autre part, par l'existence de formations diplômantes en Ingénierie culturelle garantissant un haut niveau professionnel pour les métiers de la médiation scientifique.

Selon [4], le médiateur [restructure et reformule cette information (la connaissance scientifique) pour la rendre compréhensible au néophyte sans pour autant sacrifier la rigueur et l'exactitude de son contenu. À partir d'informations apportées par les scientifiques, il crée un corpus original de connaissances recontextualisé et assimilable par le grand public. Il fait une sélection du contenu et cherche une forme narrative. Il doit surtout favoriser le dialogue entre scientifiques et public, dans un sens comme dans l'autre. Lorsque le médiateur s'adresse directement à son public à l'occasion d'un événement culturel, il fait une *animation scientifique*.

Par ailleurs, l'accès à la CST suppose des méthodes, outils et pratiques, utilisées par le médiateur scientifique. Ce sont les méthodes de la vulgarisation scientifique, sans cesse remises au «goût du jour» dans un souci de meilleure communication, innovantes et inventives car profitant elles-mêmes du développement scientifique et technique. On peut citer pêle-mêle: édition scientifique (livres, journaux, revues, magazines), émissions de radio et de télévision, production audio-visuelle (films, documentaires), outils multimédias (Dvd et Cdrom), Internet (portail, forums et sites web), journées portes ouvertes (laboratoires, entreprises, patrimoines), expositions (permanentes, temporaires, itinérantes, interactives), rencontres-débats (conférences, tables rondes, ateliers, cafés scientifiques) interventions dans des lieux à public ciblé (classes, entreprises, municipalités, milieu rural) ou dans la rue (fête

de la science), jeux. Le choix entre ces différents outils et pratiques est dicté par l'objectif visé et le contenu de la culture que l'on veut diffuser. Ceux-ci sont eux-mêmes dictés par le public ciblé car «Le rapport aux savoirs scientifiques dépend d'un certain nombre de variables: statut social des personnes, groupe d'appartenance, cursus scolaire, occupation professionnelle, niveau d'étude, etc. L'âge est également une variable significative: les besoins d'apprendre et de comprendre ne sont pas les mêmes aux différents moments de la vie; on sait aussi que les besoins et les modalités d'apprentissage varient d'une génération à l'autre.» [6].

Enfin, il convient de mentionner brièvement le problème complexe de l'évaluation ou la «mesure» des activités de CST. On peut chercher à évaluer une politique à l'échelle d'une nation, d'un organisme, d'une institution ou d'une association comme l'on peut (et l'on doit) chercher à évaluer une activité ponctuelle de CST (manifestation). Pour cela, il existe des modèles construits à partir d'une théorisation de la CST [3]. Ces modèles utilisent *des indicateurs de culture scientifique et technique* déterminés à la suite de sondages et/ou d'enquêtes et d'études d'impact sur le terrain. Nous nous contenterons ici de citer les indicateurs dits de «pratique» (de CST) suivants :

- niveaux d'intérêt et d'information concernant les questions à caractère scientifique et technologique
- niveaux de compétences techniques et de connaissances scientifiques
- taux de diffusion et d'utilisation des technologies dans les ménages
- nombre d'inscriptions des étudiants en filières scientifiques
- nombre de chercheurs qui font de la vulgarisation scientifique
- nombre d'expo-sciences
- nombre de lecteurs de magazines scientifiques et d'auditeurs d'émissions scientifiques à la télévision
- part prise par les activités scientifiques ou assimilées dans les temps de loisirs et dans la consommation culturelle totale
- abonnements à des revues ou autres moyens de vulgarisation, achat d'ouvrages
- participation du public à de grands événements d'intérêt scientifique
- nombre de visiteurs pour les sites de CST
- fréquentation des sites web

Un enjeu pour quels enjeux?

Aujourd'hui, pays occidentaux et autres pays développés sont unanimes pour considérer la culture scientifique et technique comme un enjeu national majeur. Certains pays l'ont élevée au rang de priorité nationale avec l'implication des deux pouvoirs, exécutif et législatif. Le constat de départ est simple [7]: «La maîtrise de la science et de la technologie constitue un actif individuel et collectif indéniable ainsi qu'un outil essentiel à l'évolution de toute société moderne et au bien-être de ses membres.

En permettant la compréhension, le développement et l'usage généralisé de la science et de la technologie, la culture devient l'élément tout aussi essentiel de progrès économique, social et culturel ainsi qu'un facteur de compétitivité économique indéniable.». La culture scientifique et technique est donc un enjeu majeur par rapport aux enjeux globaux de développement (économiques, sociaux et culturels) des sociétés modernes. Ainsi, si le niveau de performance générale recherché (qualité de vie, compétitivité des entreprises, place au sein de la mondialisation) est directement conditionné par les efforts consacrés à la recherche scientifique et au développement technologique, il ne peut être atteint qu'avec le développement «d'une solide culture scientifique et technique au sein de l'ensemble de la population».

Mais la CST constitue aussi un enjeu majeur par rapport aux nombreux enjeux spécifiques soulevés par la complexité des évolutions scientifiques et techniques et par l'inquiétude qu'elles suscitent au sein de la société. Ces enjeux peuvent prendre une tournure dramatique et placent la culture scientifique et technique au centre du débat et des rapports Sciences-Société. Face au réchauffement climatique, à la «vache folle» et aux organismes génétiquement modifiés (OGM), au clonage animalier ou humain, aux brevets ouvrant la voie à l'appropriation privée du génome humain, peut-on espérer qu'un citoyen dépourvu de l'information et de la culture nécessaires puisse débattre démocratiquement de ces enjeux et peser sur la prise de décision politique. Il apparaît alors que la démocratie, qui suppose le dialogue social et politique, ne peut réellement exister sans «une culture scientifique et technique largement partagée».

Il est intéressant de retrouver la pression de ces enjeux liés au développement de la science et à de la technologie dans les motivations et objectifs des

porteurs de projet CST [8]: éclairer le citoyen dans ses choix; favoriser l'innovation, la productivité et la compétitivité des entreprises; éduquer les consommateurs; favoriser la prévention par rapport aux conduites à risque; lutter contre la désaffection des jeunes vis-à-vis des filières scientifiques; renforcer le secteur de la recherche; éviter l'exclusion d'une partie de la société par rapport aux savoirs.

Cependant, il existe aussi, et en nombre, des préoccupations essentiellement éducatives centrées sur la science et les technologies. Les motivations et objectifs en sont alors: connaissance du monde physique, des faits scientifiques et de l'histoire de leur découverte; capacité à suivre l'évolution de la science; connaissance des méthodes, des raisonnements et des limites de la science; maîtrise des outils technologiques de l'environnement quotidien.

Conclusion

La science et les technologies jouent un rôle central sinon hégémonique dans les sociétés modernes, de sorte qu'elles ont transformé leurs économies en économies du savoir et des technologies. Elles suscitent autant d'admiration que d'inquiétude parmi les populations. La réponse des forces vives de ces nations a été d'engager et de s'engager dans une vigoureuse politique de Culture scientifique et technique. Les objectifs essentiels en sont «l'affirmation d'une forte citoyenneté par l'accès aux savoirs scientifiques et technologiques» et une relation Sciences-Société apaisée et constructive face aux grands enjeux contemporains.

A l'instar des sociétés modernes, nos sociétés en voie de développement ne peuvent plus faire l'économie d'une politique nationale de culture scientifique et technique, élevée au rang de priorité. Il serait même judicieux d'envisager un plan d'urgence de lutte contre «l'analphabétisme scientifico-technique». Ces actions d'envergure impulsées par l'Etat doivent être l'émanation d'une réflexion, d'une large discussion et d'engagements de la part de nos propres forces vives. En guise de conclusion et de contribution préliminaire à ce débat, nous pensons que toute *stratégie nationale* en matière de CST doit pouvoir s'appuyer au moins sur les éléments suivants:

- Mobilisation massive de la communauté éducative en général, et de la communauté scientifique, chercheurs et organismes de recherche, enseignants-chercheurs et établissements d'enseignement supérieur, en particulier.

- Mise en place de relais de transmission en matière de sites (musées et cités des sciences, centres de CST) et affectation de ressources humaines (médiateurs scientifiques dûment formés).
- Large ouverture sur le tissu associatif
- Utilisation conséquente des médias (édition, presse, radiotélévision et Internet)
- Irrigation de tout le territoire national et coordination
- Implication des collectivités locales et territoriales et des grandes entreprises

Références (Web):

- [1] Michel Amyot: Bilan des actions québécoises en culture scientifique et technique. 1994.
- [2] Conseil de la science et de la technologie: Enquête sur la culture scientifique des québécoises et des québécois. 2002.
- [3] Benoît Godin, Yves Gingras et Éric Bourneuf: Les indicateurs de culture scientifique et technique. 1998.
- [4] IRD, PCST: Guide pratique de la Culture scientifique et technique. 2005.
- [5] Jean-Marc Lévy-Leblond: Faut-il faire sa fête à la science? U-Culture. 2007.
- [6] Les variables FutuRIS: 3.D - Accès à la culture scientifique. 2004
- [7] Ivan Renar: La diffusion de la culture scientifique. 2004.
- [8] Lionel Iarqué: Au chevet de la culture scientifique. Revue Alliage, Octobre 2006.

Activités de l'Académie

4^{ème} SESSION PLÉNIÈRE (25-27 février 2009)

Thème scientifique général :

«Les leçons de la crise alimentaire mondiale : stratégies agroalimentaires et contribution de la recherche scientifique»

Synthèse & conclusions

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a tenu les 25, 26 et 27 février 2009 sa session plénière solennelle annuelle, avec pour thème scientifique général Les leçons de la crise alimentaire mondiale : stratégies agroalimentaires et la contribution de la recherche scientifique. Différents sujets en relation avec ce thème ont été abordés. Nous nous proposons dans cette plaquette de donner un aperçu sur les exposés et communications présentées, ainsi que sur les débats intervenus, et les recommandations et conclusions dégagées; nous procéderons à la publication intégrale des communications présentées, et de l'ensemble des travaux de la session dans l'édition prochaine du document relatif aux Actes de la Session Plénière 2009.

Après les exposés faits au cours de la cérémonie d'ouverture par M. Aziz Akhannouch, Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime sur le Plan Maroc Vert, et par le Pr. Mohamed Ait-Kadi, membre résident de l'Académie, sur les causes de la crise alimentaire, plusieurs experts internationaux sont intervenus pour traiter des solutions éventuelles à la crise, et des fortes relations qui existent entre les questions de nutrition et de santé.

Au cours d'un débat général animé par des spécialistes du Maroc (Pr. A. Sasson, Pr. N. El Aoufi, Pr. M. Badraoui), du Mexique (Pr. F. Garcia-Garcia) et de Hongrie (Pr. Tamás Németh), l'Académie a pu débattre de la problématique Comment produire plus et mieux, à partir d'expériences vécues dans un certain nombre de pays de différents continents.

Le rôle de la recherche scientifique pour faire face à la crise, et dans le cas du Maroc pour réussir le Plan Maroc Vert, a été mis en relief au cours des débats à travers l'expérience vécue dans plusieurs pays.

Les causes de la crise alimentaire mondiale

Le thème général de la Session a été introduit par le Directeur des Séances, Pr. Mohamed AIT KADI, membre résident de l'Académie. Il a présenté un diagnostic des causes de la crise alimentaire mondiale et il a apporté des éclairages sur ses implications aux niveaux international et national en soulignant la nécessité d'une nouvelle révolution agronomique.

La crise alimentaire mondiale s'est manifestée par une envolée des prix des denrées alimentaires qui ont atteint au premier trimestre 2008 leur plus haut niveau en valeur réelle depuis 30 ans. La rapidité de cet emballement a secoué le monde entier. L'accalmie que connaissent les marchés agricoles depuis quelques mois ne doit pas occulter les causes structurelles de la flambée des prix. Ces causes sont liées à une nouvelle équation alimentaire mondiale en termes de demande et d'offre qui connaissent des changements rapides et profonds.

Les moteurs de l'accroissement de la demande restent principalement la démographie, l'urbanisation, l'amélioration des revenus et les changements des régimes alimentaires qui s'ensuivent. A cela s'ajoute une demande accrue de denrées agricoles destinées à la fabrication de biocarburants. L'offre est marquée par la baisse de la productivité, le niveau très bas des stocks céréaliers, le recul de la production mondiale de céréales du fait des conditions météorologiques adverses qui ont sévi dans les grands pays producteurs, le renchérissement des coûts des intrants (notamment les engrais) et du transport lié à la hausse des prix du pétrole et la raréfaction des ressources naturelles de base nécessaires à la production agricole, principalement les sols et l'eau. L'escalade des prix a été aussi amplifiée par la conjugaison de la spéculation financière, dont les céréales, en particulier, sont devenues l'objet, à la suite de la crise des crédits immobiliers aux Etats-Unis et des produits dérivés de ces instruments, et des mesures d'urgence inappropriées prises par un certain nombre de pays importateurs et/ou exportateurs face aux risques de troubles politiques et sociaux provoqués par la flambée des prix agricoles.

Cette situation a eu des répercussions dans le monde entier, et elle a touché de plein fouet les pays en développement net importateurs de denrées alimentaires, avec pour conséquences une baisse du pouvoir d'achat des ménages avec des risques graves d'instabilité sociale, le creusement du déficit commercial et des coûts considérables pour les finances publiques. Les pays également importateurs de pétrole, comme le Maroc, sont doublement affectés. Ainsi, notre pays a dû faire face, en 2008, à un accroissement de la

valeur de ses importations agricoles et alimentaires de 78% en comparaison avec l'année 2006. Ceci a contribué à la détérioration du taux de couverture qui a décliné de 116% en 2006 à 67% en 2008. Cependant, l'effet inflationniste du renchérissement des produits alimentaires de base a été maîtrisé grâce aux mesures gouvernementales de soutien des prix.

Le Plan Maroc Vert

Cette crise a des causes largement indépendantes du seul pouvoir d'action de l'Etat. Monsieur Aziz Akhannouch, Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, intervenant au cours de la cérémonie d'ouverture, a souligné que le Maroc pour sa part, sous l'impulsion de Sa Majesté le Roi Mohammed VI, formulé une nouvelle stratégie dont la dénomination, le Plan Maroc Vert, voudrait exprimer tout l'espoir placé dans le développement agricole. Cette stratégie repose sur une modernisation accélérée des petites et moyennes exploitations agricoles dont le potentiel est resté sous-exploité. Elle repose, en même temps, sur une dynamisation de pôles de haute productivité et de haute valeur ajoutée, tant dans la production que dans les industries agro alimentaires, et qu'il est envisagé de développer à travers, en particulier, un investissement massif, public et privé.

Le Plan Maroc Vert prend en compte les opportunités qu'offrent la diversité des territoires et les options que celle-ci donne pour répondre aux demandes nouvelles du marché mondial. Mais ce Plan est en même temps soucieux de promouvoir une double durabilité, celle des conditions de vie des populations rurales et celle de l'environnement, base évidente du potentiel de production de notre pays.

Les scénarios de solution

Au moment même où le Maroc s'engage avec détermination dans la relance de son agriculture, l'aggravation précipitée de la crise des agricultures mondiales vient, en dépit de tous ses risques, conforter le choix stratégique qu'il a fait. Pr. Chandra Madramootoo, Doyen de la Faculté d'Agriculture et des Sciences de l'Environnement de l'Université McGill, Canada, a en effet, montré que la crise alimentaire mondiale a eu au moins un effet positif, celui de remettre le développement agricole au centre des stratégies de développement dans le monde. Cette priorité, enfin reconnue, après tant d'insuffisances, vient à la rencontre de celle affirmée si fortement dans notre stratégie nationale. Replacer ainsi l'agriculture, c'est reconnaître que ses fonctions seront de plus en plus indispensables pour l'humanité. C'est rappeler que l'alimentation des hommes en dépend, que ce soit directement ou après transformation animale. C'est de produits agricoles, notamment fibres et produits ligneux, que

dépendent de très nombreuses industries. C'est aussi en maîtrisant les techniques de l'agriculture que l'on pourra mieux gérer les ressources rares, économiser l'eau, protéger les sols et préserver la biodiversité.

Les scénarios à long terme présentés par le Pr. Mark Rosegrant de l'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI, Washington, USA) montrent que les prix des produits agricoles continueront d'être volatils et il est probable que leur niveau tendanciel sera plus élevé qu'au cours des années dernières. Ce retournement de tendance représente un événement historique considérable. Même si l'éventualité d'une tendance à la hausse sur le long terme n'est pas acquise, le seul fait que les prix agricoles soient durablement plus élevés que par le passé pose aux autorités publiques un redoutable défi, étant donné la grande sensibilité du niveau de bien-être des populations les plus pauvres aux prix des produits alimentaires. Cette crainte est corroborée par le fait que la récente crise alimentaire a pratiquement annihilé les efforts entrepris depuis plus d'une décennie pour réduire la pauvreté en faisant basculer plus de 100 millions de personnes dans la sous-alimentation.

Alimentation, nutrition & santé

Les enjeux nutritionnels de la crise alimentaire ont été mis en évidence par le Pr. Francis Delpeuch, directeur de Recherche à l'Institut de la recherche pour le développement (IRD-France), qui a montré à travers l'exemple du milieu urbain sahélien, qu'en période de hausse des prix des denrées alimentaires il y a une diminution sensible de la diversité alimentaire des ménages avec un repli sur les aliments de base et la réduction des achats d'aliments de bonne qualité nutritionnelle, riches en micronutriments. Cette situation aggrave les malnutritions carencielles ou accélère la transition alimentaire et l'émergence des maladies chroniques liées à l'alimentation, accentuant le double fardeau nutritionnel qui pèse sur un grand nombre de pays. Ce phénomène, comme l'a souligné le Pr. Sabah Benjelloun, Consultante en Nutrition Humaine et Développement, n'épargne pas le Maroc où des problèmes de sous-alimentation et de carences en micronutriments se conjuguent avec la montée rapide des problèmes de surpoids et d'obésité, et de leurs corollaires en santé que sont les maladies chroniques (maladies cardiovasculaires, diabète et cancers). Des travaux de recherche ont montré que les dénutritions chez les mères et les jeunes enfants à la suite de crises et d'ajustements économiques ont des conséquences immenses sur le capital humain, à court terme mais aussi à long terme, par les handicaps physiques et intellectuels qu'elles entraînent, et ceci de manière souvent silencieuse. Les questions de nutrition sont donc des questions de développement et, de ce point de vue, la sécurité alimentaire est liée à la sécurité

nutritionnelle. Le défi n'est pas seulement de produire plus, mais aussi d'assurer une nutrition optimale des populations. Seules des politiques alimentaires et nutritionnelles intégrées peuvent y répondre.

Les réflexions qui ont traversé les débats sur ces nombreuses facettes de la crise alimentaire mondiale conduisent à reconnaître que celle-ci pose, par son caractère systémique, des problèmes plus complexes et potentiellement plus graves que par le passé. Elle doit donc être traitée comme une alerte précoce sur ce qui attend le monde au XXI^{ème} siècle face au défi de produire et distribuer suffisamment de denrées alimentaires pour nourrir plus de 9 milliards d'êtres humains à l'horizon 2050 dans un contexte marqué par :

- (i) des incertitudes quant à l'évolution des cours mondiaux des produits alimentaires et énergétiques;
- (ii) une concurrence accrue pour les ressources naturelles;
- (iii) la recrudescence des maladies chroniques qui sont dues à la malnutrition et à la progression de zoonoses émergentes ou réémergentes.

Importance de la recherche agronomique

Dans un tel contexte, la recherche agronomique nationale est appelée à consolider son rôle vital en tant que facteur clé d'anticipation stratégique, d'accumulation du progrès technologique et d'appropriation de celui-ci par les agriculteurs et les opérateurs du système agroalimentaire. Elle ne doit plus être considérée comme une activité d'appoint et de support du développement agricole et rural, mais comme un choix stratégique contribuant par son contenu et ses implications à la consolidation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle de notre pays. Le Pr. Mohamed Badraoui, directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique, et le Pr. Fouad Guessous, directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, ont mis en avant, dans leurs exposés respectifs, les acquis de la recherche agronomique nationale et les résultats significatifs qu'elle a obtenus. Dans le domaine végétal ces résultats ont contribué à l'amélioration de la productivité des cultures et de la qualité des produits agricoles (améliorations variétales des céréales d'automne, de l'olivier, des agrumes et du palmier dattier), au développement et à la valorisation des produits du terroir et à la gestion durable des systèmes de production et des ressources naturelles. L'effort essentiel dans le domaine animal a porté sur la biodiversité animale, la biotechnologie appliquée à la génération des données scientifiques pour la connaissance des espèces et leur meilleure exploitation, l'amélioration des performances animales en harmonie avec les potentialités régionales et l'adaptation aux stress abiotiques, notamment sous l'effet du changement climatique, la lutte contre les maladies animales et la protection de la santé publique

vétérinaire. Ces acquis bien réels doivent être amplifiés pour inscrire l'agriculture marocaine dans une spirale vertueuse de progrès durable et équitable comme l'aspire le Plan Maroc Vert. Cela implique de faire des investissements dans la recherche agronomique à la hauteur des ambitions, et de disposer de ressources humaines qualifiées et motivées.

Etude de cas : Maroc, Mexique, Hongrie

La crise alimentaire est mondiale, mais elle touche plus durement les populations vulnérables, particulièrement les pauvres - et les paysans pauvres - en milieu rural. Elle est non seulement alimentaire (insuffisance de l'offre quantitative), mais aussi nutritionnelle (carences nutritionnelles, malnutrition, obésité).

Beaucoup de pays, dont le Maroc, peuvent voir leur situation alimentaire s'aggraver du fait de l'impact du changement climatique sur leur agriculture (sécheresses récurrentes ou événements climatiques extrêmes -ouragans, inondations-, menaces de maladies et d'insectes ravageurs).

Dans le cas du Maroc, où la dégradation des terres menace, notamment sous l'effet de la désertification et du manque d'eau, où la majorité du territoire se trouve en zone aride et désertique, 14 millions de personnes sont affectées par de telles conditions. L'émigration vers les régions où l'eau est moins rare et l'emploi est possible, est une tendance forte, alors que le Maroc est aussi devenu un pays d'immigration et de transit.

La recherche scientifique et technique doit donc contribuer à accroître et à améliorer la production agro-alimentaire dans des conditions difficiles. Une nouvelle gouvernance s'impose, fondée sur le partenariat entre tous les acteurs du développement agricole et rural. Les domaines d'action prioritaires sont :

- la gestion intégrée de l'eau et du sol (valoriser au maximum la quantité d'eau utilisée, c'est-à-dire que la productivité n'est pas seulement exprimée par unité de surface et de temps, mais aussi par unité de volume d'eau utilisée);
- recours aux biotechnologies végétales (olivier, palmier-dattier, agrumes, espèces forestières, etc.); diagnostic des difficultés et des problèmes; implication du secteur privé dans les filières de production à haute valeur ajoutée (voir le Plan Maroc Vert);
- solidarité dans le partage des connaissances et du savoir-faire, Nord-Sud, par exemple, dans l'espace méditerranéen.

C'est aussi le cas de la coopération potentielle et prometteuse entre le Maroc, le Brésil et le Mexique, que l'Académie Hassan II s'efforce de promouvoir avec les organismes marocains compétents.

Dans le cas du Mexique, il existe une stratégie nationale interministérielle d'adaptation au changement climatique, et trois Etats ont un plan d'adaptation en agriculture, avec un budget de recherche d'environ 7 millions de dollars. Le Fonds Clinton pourrait éventuellement financer des projets de coopération entre le Maroc et le Mexique, orientés vers un développement durable. Quant à l'INIFAP (l'Institut mexicain de recherche agronomique, zootechnique et forestière), il dispose d'un millier de chercheurs, de centres régionaux de recherche et de centaines de laboratoires disciplinaires. La loi qui régit la recherche agronomique est claire : c'est la demande des producteurs qui dicte les orientations de la recherche (17 réseaux de recherche fonctionnent actuellement). Un thème de coopération évoqué est celui qui concerne la culture du nopal (*Opuntia ficus indica*), dont les usages sont multiples : alimentation humaine et animale, protection des sols, lutte contre la sécheresse, produits de niche, etc.

Le Mexique a aussi adopté un plan national de protection, d'inventaire et d'étude de sa diversité biologique, qui comporte notamment les réglementations d'utilisation et de transfert de cette biodiversité.

L'application du Plan Maroc Vert appelle une réflexion socio-économique sur les modèles de développement adoptés par le Maroc depuis son indépendance (voir le rapport du cinquantenaire) et particulièrement sur les plans de modernisation de l'agriculture. Cette dernière a embrassé plusieurs domaines : la substitution des importations, la récupération des terres des colons, la mécanisation, le salariat, le développement du crédit dans le monde agricole. La politique de construction de plusieurs barrages pour irriguer près d'un million d'hectares, est reconnue comme une contribution positive, même s'il faut lutter contre l'envasement de ces barrages et les insérer encore mieux dans le développement agricole et rural durable.

Par la suite le modèle productiviste a prévalu («la solution passe par le marché»), tiré par les exportations (importation des besoins de moindre valeur ajoutée), association avec la Communauté économique européenne.

Après le programme d'ajustement structurel de la décennie 1983-1993, on se réfère au modèle standard, caractérisé par la vérité des prix, la prévalence des forces du marché. Puis l'on passe au développement durable, avec un élément fort, l'Initiative Nationale du Développement Humain (INDH).

Avec le Plan Maroc vert et les perspectives qu'il trace jusqu'en 2030, on met l'accent sur les institutions, la gouvernance, la régulation et sur la solidarité envers les 780.000 petites exploitations agricoles qu'il faut aider et dont il faut améliorer la production et la viabilité.

Produire plus et mieux

Produire plus, en étendant les surfaces cultivées (cela est possible encore en Afrique subsaharienne, en Amérique du Sud et, dans une moindre mesure, en Amérique du Nord), mais sans porter gravement atteinte aux écosystèmes naturels (notamment les forêts tropicales et équatoriales). Produire plus en intensifiant l'agriculture, en ayant recours aux pratiques agronomiques efficaces et respectueuses de l'environnement (agriculture raisonnée). Réhabiliter les sols et améliorer leur fertilité (en Afrique, 500 millions d'hectares sont dégradés et cela entraîne un manque à gagner annuel de l'ordre de 30 milliards d'euros), grâce aux amendements et aux engrais chimiques et organiques. Le paysan africain utilise en moyenne 8 kg d'engrais chimiques par hectare, le paysan chinois 20 fois plus. Un accroissement de cette utilisation s'impose pour augmenter la production agro-alimentaire comme cela a été le cas au Malawi, grâce à un soutien direct du gouvernement à l'achat d'engrais par les paysans; cela est également en cours en Tanzanie, au Kenya et dans d'autres pays.

Ailleurs, dans les pays industrialisés, il faudra au contraire réduire les quantités d'engrais et en améliorer l'absorption par les plantes cultivées. La même politique différenciée s'applique aux biocides et pesticides.

L'eau doit être l'objet de tous les efforts d'économie et d'efficacité dans son utilisation, et partout dans le monde. Produire plus par unité de volume d'eau consommée, améliorer et maîtriser les systèmes d'irrigation, lutter contre les gaspillages et les déperditions. Produire mieux, c'est en effet, réduire les pertes post-messiales qui peuvent s'élever jusqu'à 30% des récoltes ou plus, à cause de l'absence de conditions adéquates de stockage, ou de moyens de transport rapide vers les marchés ou encore l'absence d'une chaîne du froid pour la préservation des aliments. Produire mieux, c'est aussi changer nos habitudes de consommation, souvent gaspilleuses au sein des populations riches ou de niveau de vie moyen ou élevé.

C'est encore tirer mieux profit des qualités nutritionnelles des variétés cultivées locales ou traditionnelles, lorsque ces qualités sont avérées scientifiquement. On peut aussi recourir à la biofortification des principales espèces cultivées (céréales, légumineuses, racines et tubercules) pour y introduire des nutriments essentiels (vitamines et oligo-éléments, acides gras, acides aminés).

Conclusion

Produire plus et mieux, c'est-à-dire augmenter l'offre agro-alimentaire globale, en n'ignorant pas que la réduction drastique des gaspillages et des pertes depuis

la ferme jusqu'aux consommateurs peut contribuer à améliorer cette offre, en sachant aussi que des problèmes de distribution existent au sein d'un même pays ou entre les pays ou régions; mais en fin de compte, nous aurons besoin de plus d'aliments, de meilleure qualité sanitaire et nutritionnelle, ainsi que d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement, où la petite agriculture, familiale et vivrière est une priorité absolue.

C'est là en effet un moyen primordial pour faire reculer la pauvreté dans le monde.

Pour pouvoir nourrir les 9 milliards d'habitants de notre planète à l'horizon 2050, la production agroalimentaire devra alors doubler; pour cela il faut redonner à l'agriculture et au développement rural leur priorité sur l'agenda politique et économique des gouvernements.

THE 4th PLENARY SESSION 25-27 February 2009

General scientific theme :

"The lessons from the global food crisis: food strategies and contribution of scientific research"

Summary & conclusions

The Hassan II Academy of Science and Technology held its annual Solemn Plenary Session on February 25-27, 2009 on the general scientific theme "Lessons from the global food crisis: Food strategies and the contribution of scientific research". Many topics related to this theme were discussed. We provide in this brochure an overview on talks, oral communications and discussions that took place, along with the drawn conclusions and formulated recommendations. The integral content of the lectures and talks presented at the plenary session will be published in the next edition of the "Plenary Session Proceedings"

After the opening ceremony which started by two plenary lectures given by the Minister of Agriculture and Fisheries regarding the Morocco Green Plan and by Pr. Mohamed Ait-Kadi on the causes of the food crisis, several international experts presented oral communications related to the strong relationships between nutrition and health issues and suggested various potential solutions to the food and nutrition crisis.

During the general debate session chaired by experts from Morocco (Pr A. Sasson, Pr. N. El Aoufi, and Pr M. Badraoui), Mexico (Pr F. Garcia-Garcia) and Hungary (Pr T. Németh), the Academy members discussed issues related to how to produce more and better based on experiences of some countries in different continents.

The role of scientific research for facing the crisis and for helping a successful implementation of Morocco Green Plan was highlighted through relevant national and international experiences.

The causes of the global food crisis

The general theme of the session has been introduced by the director of sessions, Pr. Mohamed Ait-Kadi, Resident member of the Academy. He presented a diagnostic about the causes of the world food crisis and highlighted its implications at international and national levels stressing the need for a new agronomic revolution.

The worldwide food crisis resulted in a dramatic increase of the foodstuffs prices, which reached by the first quarter of 2008 their highest level in real value since 30 years. The fastness of this fad shook the whole world and the lull experienced by agricultural markets over the past few months should not eclipse the structural causes of prices surging. These causes are in fact related to a new global food equation in terms of demand and offer that are experiencing rapid and profound changes

The sources of the demand increase are mainly related to demography, urbanisation, improvement in incomes and changes in diets resulting from the crisis. In addition to this, there is an increase in demand for agricultural products for production of biofuels. The offer is characterized by a reduction in productivity, a very low level of foodstuffs and cereal stocks, a regression of global cereal production due to various weather conditions that have prevailed in the major producing countries, rising of input costs (mainly fertilizers) and transportation cost due to the increase in oil price and dwindling in basic natural resources needed for agricultural production, mainly land and water. The escalation in prices was also amplified by the combination of financial speculation that concerns in particular cereals after the crisis in mortgages and

their sub-products in the United States, and inadequate emergency measures taken by some importing and/or exporting countries to face the risks of political and social troubles resulting from the surge in agricultural prices.

This situation had impacted the entire world, but it had particularly a hard hit on developing countries which are net importers of food leading to a decline in the purchasing power of householders with serious risks of social instabilities and widening of trade deficit and considerable costs for public finance. The countries importing oil, such as Morocco, are doubly affected. In 2008, Morocco has faced 78% increase of its agricultural and food imports as compared to 2006. This has contributed to a decrease in the coverage rate from 116% in 2006 to 67% in 2008. However, the inflationary impact of price rising of food commodities was controlled by governmental measures that have contributed to maintain equilibrium in terms of prices.

The Green Morocco Plan

The causes of the crisis are largely beyond the mere action of the government. Mr Aziz Akhannouch, Minister of Agriculture and Fisheries, who delivered a plenary lecture during the opening ceremony, stressed that Morocco has established, under the leadership of His Majesty the King Mohammed VI, a new strategy entitled " Morocco Green Plan " through which all hope is placed in agricultural development. This strategy is based on accelerating the modernisation of small and medium-sized farms, whose potential has remained under-exploited. The plan is also based on developing, through massive public and private investments, specialized poles of high productivity and high-added value in agro-food industries.

Morocco Green Plan takes account the opportunities offered by the diversity of the national territories and thus by the various available options to satisfy the new demands of the global Market. Besides economical actions, the plan aims also at promoting sustainable living conditions for rural populations and for the environment, which is the cornerstone of the national production potential.

Solution scenarios

Despite all the risks, the precipitous worsening of the world agricultural crisis has, in fact, consolidated the proactive actions and the choices taken, with determination, by the country for the revival of its agriculture. Professor Chandra Madramootoo, Dean of the Faculty of Agriculture and Environmental Sciences at McGill University, Canada, has in fact shown that the world food crisis had at least one positive effect; that is to put agricultural development at the center of development strategies in the world. Such a priority, which has been finally recognized after so many

shortcomings, is in line with the measures and the strategy put strongly forward by Morocco. Promoting and giving the right place to agriculture in the strategy for development is to recognize that its functions will be increasingly vital for humanity. It is to recall that the men alimentation depends on it, either directly or after animal transformation. Many industries depend also on agricultural products, including fibers, wood products and other secondary products. It is also by mastering the agriculture techniques that we can better manage scarce resources, save water, protect soils and conserve biodiversity.

The long-term scenarios presented by Pr. Mark Rosegrant, from the International Food Policy Research Institute (IFPRI, Washington, USA), show that agricultural prices will continue to be volatile and it is likely that the trend will be higher than over the last few years. This reversal is a significant historic event. Although the possibility of an upward trend over the long term is not acquired, the fact that agricultural prices are more lasting than in the past poses to the public authorities a tremendous challenge, given the high sensitivity to food prices of the welfare level of the poorest populations. This fear is corroborated by the fact that the recent food crisis has virtually wiped out the efforts made for over a decade to reduce poverty by switching over 100 million people in the state of under nourishment.

Food, nutrition and health

The nutritional challenges of the food crisis has been highlighted by Pr. Francis Delpeuch, Research Director at the Institut de la recherche pour le développement (IRD-France), who showed through examples of urban Sahelian area, that during the food price rising period there is a significant decrease in dietary diversity of households with a decline in staple foods and a reduction in purchases of food with the adequate nutritional quality, rich in micronutrients. This situation aggravates malnutrition or accelerates the food transition and the emergence of chronic diseases related to food, accentuating the dual nutritional burden on many countries. As pointed out by Pr. Sabah Benjelloun, Consultant in human Nutrition and Development, the phenomenon affects also Morocco, where problems of malnutrition and micronutrient deficiencies are combined with the rapid rise of the overweight problems and obesity and their consequences on health such as chronic diseases (cardiovascular diseases, diabetes and cancers). Studies have shown that malnutrition among mothers and young children, which takes place after crisis and economic adjustments, has immense consequences on human capital in the short and long terms. It leads to physical and intellectual disabilities, so often in silent way. Nutritional issues are development issues,

and from that viewpoint, food security is linked to nutritional security. The challenge is not only to produce more, but also to ensure optimal nutrition to populations. The solutions require absolutely a global and integrated policy for food and nutrition issues.

The discussions that took place during the debates led to the recognition that the world food crisis poses, through its systemic character, problems that are more complex and potentially more serious than in the past. It should therefore be treated as an early warning about what awaits the world in the twenty-first century to face the challenge for producing and distributing enough food to feed more than 9 billion people in 2050 in a context characterised by : (i) uncertainties about the evolution of food and energy prices in the world, (ii) exacerbated competition for natural resources, (iii) increase in chronic diseases resulting from malnutrition and the progression of emerging or re-emerging zoonoses.

Importance of agronomic research

In such context, the national agronomic research is called to strengthen its vital role as a key factor for strategic anticipation and for the development of technology and its appropriation by farmers and agri-food system operators. It should not be considered just as support activity to agricultural and rural development, but rather as a strategic choice contributing, by its content and its implications, to the consolidation efforts for food and nutrition security in our country. Pr. Mohamed Badraoui, director of Institut National de la Recherche Agronomique, and Prof. Fouad Guessous, director of the Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, highlighted in their respective talks, the achievements of the national agricultural research and the significant results obtained through the years. In the plant field, the research results have helped to improve crop productivity and quality of agricultural products (improvements of cereals, olive, citrus and date palm), to develop and promote local products and sustainable management of production systems and natural resources. The essential effort in the animal field has concerned animal biodiversity, biotechnology applied to the generation of scientific data regarding knowledge of species and their best use, improvement of animal performances in harmony with the regional potential and adaptation to abiotic stresses, including the effect of climate change, the struggle against animal diseases and the protection of veterinarian public health. These real and concrete achievements should be amplified to place Moroccan agriculture in a virtuous cycle of sustainable and equitable progress as it is envisaged in the Morocco Green Plan. This requires adequate investments in line with the planned ambitions, and more importantly this necessitates skilled and motivated human resources.

Study cases : Morocco, Mexico and Hungary

The food crisis is global, but it affects most severely vulnerable populations, particularly the poor - and poor farmers - in rural areas. It is not only a crisis for food (inadequate quantitative offer) but also a nutritional crisis (nutritional deficiencies, malnutrition, obesity, etc.).

Many countries, including Morocco, may face worsened food situation because of the climate change impact on their agriculture (recurrent droughts or extreme weather events - storms, floods - and threats from diseases and insect pests).

In the case of Morocco, about 14 million people may be threatened by land degradation under the effect of desertification and water scarcity and because the major part of the territory is arid and desert. Emigration to regions where water is less scarce and where there are potential opportunities for employment is a strong trend, while Morocco has also become a country of immigration and transit.

Scientific and technical research should help increasing and improving food production under difficult and severe conditions. The governance should be reshaped and should be based on partnership between all the stakeholders in the agricultural and rural development.

The priority actions are :

- integrated management of water and soil. This requires promoting the quantity of used water in the sense that productiveness should not only be expressed per area and time units, but also per unit volume of used water;
- efficient use of plant biotechnologies (olive, palm date, citrus, forest species, etc.);
- diagnostic of difficulties and problems and involvement of private sector in the production fields which offer high-added value potential (see Morocco Green Plan);
- solidarity in the sharing of knowledge and of know-how between North and South, for example, in the Mediterranean area.

It is also the case of the potential and promising cooperation between Morocco, Brazil and Mexico, that the Hassan II Academy of Science and Technology seeks to promote in collaboration with the relevant Moroccan authorities.

In the case of Mexico, there is a national strategy for adaptation to climate change, and three states have a plan for adaptation in agriculture, with a research budget of about US\$7 million. The Clinton Fund could offer eventual financial support to projects of

cooperation between Morocco and Mexico, focusing on sustainable development. As for the INIFAP (the National Institute for Forestry, Agriculture and Animal Husbandry Research of Mexico), it has a thousand of researchers, regional research centers and hundreds of laboratories in various fields of agricultural research. The law governing agricultural research is clear: it is based on the request of producers for the research programming (17 research networks are currently operating). A proposed theme of eventual cooperation is related to cultivation of nopal (*Opuntia ficus indica*), which has numerous uses: food, feed, soil protection, fight against drought, niche products, etc.

Mexico has also adopted a national plan for protection, inventory and study of its biological diversity, which includes regulations for use and transfer of this biodiversity.

The Morocco Green Plan, calls for a socio-economic analysis about the development models adopted by Morocco since its independence (see the report of the fiftieth anniversary) and particularly with respect to modernisation of its agriculture. The latter covered several areas: the substitution of imports, the recovery of settlers land, mechanization and the development of loan sources for framers. The policy of construction of several dams, to irrigate nearly a million acre, is recognized as a positive contribution, even if this needs struggling against the silting of the dams and putting them even better in sustainable agricultural and rural development.

Then, the productivist model prevailed (“the solution lays on the market”), driven by exports (import needs of low value-added); association with the European Economic Community.

After the structural adjustment program of the decade 1983-1993, the reference was the standard model based on true pricing and the prevalence of the market strengths. Then we recently moved to sustainable development, with a strong factor: the National Initiative for Human Development (NIHD). With the Morocco Green Plan and the prospects it draws up to 2030, the emphasis is made on institutions, governance, regulation and solidarity with the 780,000 small farms that need help and improvement of production and viability.

Producing more and better

Producing more by extending the cultivated areas (this is still possible in sub-Saharan Africa, South America and, to a less extent in North America), but without seriously affecting the natural ecosystems (especially tropical and equatorial forests). The challenge relays also on producing more by intensifying agriculture through the use of efficient agronomic practices which respect environment

and rehabilitating soil and improving its fertility (in Africa, about 500 million hectares are degraded and this leads to a yearly shortfall of around 30 billion Euros) thanks to chemical and organic fertilizers. The African farmer uses on average 8 kg of chemical fertilizers per hectare, while the Chinese farmer uses 20 times more. Increased use is needed to increase food production, as was the case in Malawi, through direct support of the Government in the purchase of fertilizers by farmers, and this practice is underway in Tanzania, Kenya and other countries.

Conversely, the use of fertilizers should be reduced in industrialized countries and efforts should be devoted to enhance their uptake by crops. The same policy applies to biocides and pesticides.

Water should be the object of all efforts of economy and efficiency in its use, and throughout the world. The practice should be guided by efficiency; that is producing more per unit volume of consumed water, improving and controlling irrigation systems and struggling against waste and losses. Producing better is in fact, reducing post-production losses which can reach up to 30% of crops, due to the absence of adequate storage conditions, or means for rapid transport to markets or the absence of a cold chain for food preservation. Producing better, is also changing our consumption habits, often wasteful in rich populations or those with medium or high living standard.

It's also a better benefit from nutritional qualities of local or traditional varieties, when these qualities are scientifically proven. It is also recommended using the Biofortification of major crops (cereals, legumes, roots and tubers) to include essential nutrients (vitamins and trace elements, fatty acids, amino acids).

Concluding remarks

Producing more and better, i.e. increasing the global food offer, while being aware of systematically reducing wastage and losses from farm to consumers can help to improve this offer, knowing that also distribution problems exist within the same country or between countries or regions, but ultimately we will need more food of better health and nutritional quality, as well as an agricultural practice more respectful of the environment, where familial and small-scale agriculture is an absolute priority. These are needed primary means for reducing poverty in the world.

The challenge for feeding 9 billion people worldwide in 2050 requires doubling food production and restoring the priority of agriculture and rural development on the political and economical agenda of governments.

*** Ecole académique : Modélisation et prospective économiques**

Pr. Noureddine El Aoufi

Membre résident
Académie Hassan II
des Sciences et Techniques



Objectifs

- Promouvoir les travaux économétriques, de modélisation et d'analyse prospective.
- Contribuer à l'élaboration de programmes de recherche ayant pour but de produire sur une base empirique des formalisations de l'économie nationale et des études prospectives et stratégiques.
- Développer une expertise nationale dans les domaines de l'analyse macro et micro-économique et de l'évaluation des politiques économiques.

Modalités

Organisation d'une école thématique annuelle (Mars) :

- Sur un sujet d'ordre théorique et empirique présentant un intérêt stratégique pour le Maroc et mobilisant les avancées les plus récentes de la discipline
- Se déroulant en deux séquences complémentaires : une séquence séminaire spécialisée et une séquence présentation et encadrement de travaux de thèse à forte composante formalisation, modélisation et prospective
- Première session (30 et 31 Mars 2009) : Economie de l'éducation : les modèles économétriques et leurs applications au Maroc (Voir infra Argumentaire)
- Deuxième session (29 et 30 Mars 2010) : Les modèles de politique économique

* Ecole thématique spécialisée en économie mathématique, en modélisation, en économétrie, en économie expérimentale et en prospective.

Première session

ECONOMIE DE L'ÉDUCATION : LES MODÈLES ÉCONOMÉTRIQUES ET LEURS APPLICATIONS AU MAROC

Lundi 30 et mardi 31 mars 2009
Une revue de la littérature (Said Hanchane)

La mondialisation des échanges et des savoirs a eu pour conséquence immédiate de mettre au centre des stratégies de développement, de croissance à long terme et des richesses des nations les politiques d'éducation et de formation ou encore d'accumulation du capital humain.

L'économie de l'éducation a connu au cours de ces 25 dernières années un renouvellement de problématiques ayant trait aux aspects organisationnels, au financement et au rendement de l'éducation, aux inégalités d'accès, à la prise en compte directe de la qualité des systèmes éducatifs dans l'explication du développement, à l'intégration explicite de la dimension risque et des externalités dans les choix éducatifs, etc.

Grâce à la production de données fines tant au niveau macro, micro qu'au niveau international d'échantillons de pays (les données Pisa, par exemple) et le développement spectaculaire de la micro-économétrie, les analyses empiriques se sont multipliées pour tester de nouvelles hypothèses et rendre plus crédibles les évaluations des politiques publiques.

L'équation de Mincer

Le rendement de l'éducation constitue l'outil central pour évaluer l'efficacité de la dépense éducative. Dans l'analyse économique, le rendement attendu des études permet de résoudre le problème d'allocation optimale des ressources et de déterminer le montant de l'investissement éducatif. Le plus souvent, ce terme renvoie au rendement privé (externe) c'est à dire à ce que les individus peuvent tirer sur le marché du travail de leur formation initiale en termes de salaire.

En définissant l'éducation comme un investissement (Becker, 1964), on cherche à apprécier son rôle et ses effets sur le marché du travail; ce faisant, il s'est essentiellement concentré sur la mesure de son rendement salarial. La fonction de gains de Mincer (1958, 1974) est le modèle canonique pour évaluer ce rendement privé. Elle repose sur une traduction simplifiée d'un modèle d'accumulation optimale de capital humain au cours du cycle de vie (Ben-

Porath, 1967, Becker, 1967). Elle est en fait «une construction économétrique qui peut être ajustée au profil de salaire d'un individu au cours de son cycle de vie. Elle fait du niveau de salaire une fonction du stock de capital humain accumulé, distinguant ses composantes selon les différentes phases du cycle de vie» (Mincer, 1978). Cette relation a été et est encore très largement utilisée comme outil empirique de mesure des taux de rendements des investissements éducatifs. Son succès tient à la facilité de son utilisation. Ce faisant, il existe presque autant de taux de rendement de l'éducation estimés à partir de fonction de gains, que d'études consacrées à cet objet (Hanchane et Moullet, 2000). En France, une année d'études supplémentaire permet d'accroître en moyenne les rémunérations de 5 % à près de 20 % selon les données retenues, les variables utilisées pour mesurer l'investissement éducatif et les méthodes économétriques d'estimation privilégiées.

L'outil présente de nombreuses limites pour évaluer correctement le rendement du capital humain, c'est à dire pour identifier ce qui relève proprement des acquis scolaires ou ce que le marché du travail rémunère comme tels.

... et ses limites pour estimer le taux de rendement de l'éducation

Très tôt, les difficultés de la fonction mincerienne de gains à saisir efficacement la relation éducation-salaire ont été dénoncées. Dans cette équation, le niveau d'éducation mesuré par la durée de scolarité est traité comme exogène alors qu'il est envisagé du point de vue théorique comme le résultat d'un investissement optimal. De l'avis de Griliches (1977), il s'agit du problème le plus sérieux auquel l'économie de l'éducation se trouve confrontée.

La théorie du capital humain décrit un choix éducatif soumis à une série de contraintes propres à l'individu et à son environnement familial et social. L'acte optimal de choix a pour conséquence de censurer systématiquement les observations. Le problème réside dans l'impossibilité d'observer la trajectoire des gains d'un même individu en fonction des choix d'éducation alternatifs qu'il aurait pu faire et de l'ensemble des variables qui déterminent ses possibilités de gains. Au mieux, on observe la trajectoire de gains d'un individu donné qui a un niveau donné de scolarité et un ensemble de caractéristiques individuelles décrivant l'hétérogénéité des individus. L'essentiel des difficultés dans l'évaluation du rendement de l'éducation tient l'hétérogénéité individuelle dans la modélisation de la relation entre le capital humain détenu et les gains. En effet, cette hétérogénéité, pour partie non observée par l'analyste

(les goûts, talents, motivations de chacun,...) agit à deux niveaux : elle joue à l'école et sur le marché du travail car elle contribue à déterminer à la fois le niveau d'éducation atteint par un individu et son salaire. On comprend alors toute la complexité de ce que l'économiste de l'éducation n'observe pas et de toute évidence, l'importance de ces effets sur ce qu'il observe. Si les individus sont affectés de manière aléatoire dans les différents niveaux de scolarité, alors le modèle statistique de gains de Mincer donnerait lieu à une estimation correcte des rendements : le terme d'erreur du modèle étant indépendant de ses variables explicatives.

D'un point de vue économétrique, c'est en partie autour des formes de corrélation entre l'hétérogénéité individuelle non observée¹ (le terme d'erreur de l'équation de salaire) et les variables explicatives, la durée de scolarité notamment, que va se structurer la discussion pour aboutir à une évaluation consistante et efficace des rendements (la méthode en deux étapes de Heckman, 1979, par exemple). Les techniques standards d'estimation (MCO pour des données en coupes transversales) conduisent en effet à des mesures erronées des taux de rendement. En prolongeant le travail de Griliches (1977), Card (1995, 1999, 2001) établit d'un point de vue analytique comment les différents biais de l'évaluation d'une fonction de gains standard se combinent : le sens du biais total (à la hausse ou à la baisse) est le résultat d'une combinaison complexe entre le biais d'endogénéité, d'hétérogénéité individuelle inobservées et celui d'erreurs de mesure de l'éducation.

Cependant, tenir compte du caractère endogène de la variable de scolarité dans l'équation de gains² est une solution économétrique qui ne doit pas occulter le véritable contenu économique du problème qui constitue l'essence même de la théorie économique de l'éducation. Il s'agit, en effet, d'écrire un modèle structurel d'auto-sélection qui consiste à analyser les restrictions imposées aux données par la règle de décision de scolarité, fortement dépendante du comportement d'optimisation de l'individu et de sa famille. On devrait s'attaquer plus directement à l'analyse de la demande d'éducation en même temps que l'on cherche à étudier la relation éducation-salaire. C'est ce que Willis et Rosen (1979) suggèrent en proposant le recours à un modèle récursif dans

¹ Souvent, les travaux économétriques qui recourent à une estimation en deux étapes se réfèrent à une définition globale de l'hétérogénéité individuelle : capacité individuelle, milieu familial, goûts, motivation. Il est, pour le moins, délicat de dissocier les caractéristiques individuelles des caractéristiques familiales; l'inférence se faisant sur la base de leur distribution jointe.

² C'est, en grande partie, l'essentiel de la contribution de Griliches (1977).

lequel la décision d'acquisition d'un niveau de scolarité serait liée aux capacités individuelles et au milieu familial, d'une part et où les gains seraient liés aux décisions de scolarité et aux capacités individuelles d'autre part.

Dans cette perspective, les choix éducatifs sont forcément soumis à un biais d'auto-sélection car l'affectation des individus aux différents niveaux d'éducation est faite conditionnellement aux composantes observées et non observées des capacités individuelles et des caractéristiques familiales. Ce modèle montre, de façon convaincante, que les covariances entre les caractéristiques non observables des individus ne peuvent être connues d'emblée (ne vont pas d'elles mêmes). Dans la théorie de Willis et Rosen (1979)³, la possibilité de covariance négative entre les composantes des talents d'un individu, par exemple, est vraisemblable: les talents de l'ingénieur qui a accompli des études plus longues que le plombier peuvent se révéler inefficaces pour exercer le métier du plombier.

Endogénéiser la scolarité

La prise en compte de l'hétérogénéité individuelle découlant des différences des capacités (aptitudes) propres à chacun et des différences d'accès au marché des capitaux pour financer l'investissement éducatif au sens de Becker (1967) peut relever de solutions économétriques diverses. Une solution consiste à «endogénéiser» la scolarité et à mieux mesurer le capital humain. Les taux de rendement des investissements éducatifs sont estimés en «instrumentant» la durée d'étude à l'aide de variables relatives aux caractéristiques familiales (origines sociales, niveau de scolarité des parents,...) le plus souvent. C'est cette traduction économétrique qui a gouverné l'essentiel des travaux empiriques en France, jusqu'à aujourd'hui.

D'autres améliorations de l'évaluation empirique de la rentabilité des investissements éducatifs, en particulier en s'appuyant sur les travaux de Card (1995), conduisent à considérer que l'hétérogénéité individuelle se traduit par une hétérogénéité des taux de rendement de l'éducation, taux devenant alors spécifiques à chaque individu (Heckman et Vytlačil, 1998).

On relâche les hypothèses fixées dans le cadre d'analyse de Mincer : désormais, le rendement n'est plus commun à tous les individus et n'est plus constant pour tous les niveaux d'éducation. Les caractéristiques individuelles non observées affectent non seulement le niveau de scolarité

mais aussi le rendement que chacun peut en tirer. Heckman et al. (2003) lèvent également d'autres hypothèses simplificatrices en particulier en laissant le rendement de l'éducation varier avec l'expérience professionnelle.

Arbitrage coût-rendement espéré

Depuis la fin des années 90, des travaux alternatifs à l'usage de fonctions de gains consistent à estimer des modèles dynamiques de choix discret de poursuite d'études fondé sur l'arbitrage entre le coût d'une année supplémentaire d'éducation et son rendement espéré (Keane et Wolpin 1996, Belzil et Hansen, 2002). Le principe est celui d'un enrichissement des modèles de décision d'éducation (dont le modèle de Willis et Rosen est fondateur). La décision modélisée est celle de rester ou de quitter le système éducatif pour entrer sur le marché du travail, fondée sur l'arbitrage entre le coût d'une année supplémentaire de scolarité et son rendement espéré. Le fait de considérer de manière séquentielle ces décisions permet de prendre en compte l'incertitude sur l'avenir : le niveau d'éducation optimal n'est plus décidé une fois pour toutes, mais modifiable à chaque période en fonction des nouvelles informations disponibles. Les modélisations de ce type, dont la première est attribuable à Eckstein et Wolpin (1999), sont encore peu nombreuses parce que complexes à mettre en œuvre (voir pour une revue Belzil 2006).

L'investissement éducatif revisité

La thèse qui se dégage de l'évaluation des rendements éducatifs est qu'il faut étudier les mécanismes d'accès à l'éducation en même temps que la relation éducation - salaire. Au-delà des difficultés méthodologiques que cette évaluation pose, elle soulève également des questions conceptuelles.

En effet, malgré toutes les précautions prises pour rendre compte de l'hétérogénéité individuelle sur le choix d'éducation et sur la rentabilité salariale de ce choix, il reste que les spécifications établies reposent sur la conception du capital humain homogène autrement dit, elles occultent le fait qu'il peut être plus ou moins productif selon les emplois où il s'exerce. En privilégiant le rôle du capital humain dans la détermination des revenus du travail, la fonction mincerienne de gains néglige les variables susceptibles de structurer la demande de travail : elle ignore le rôle des caractéristiques de l'emploi occupé.

Évaluer la rentabilité privée de l'éducation en prenant en compte l'emploi occupé nécessite de se placer dans le cadre d'un modèle d'allocation

³ Voir aussi Willis (1986) pour une présentation plus détaillée.

des individus hétérogènes, du point de vue de leur niveau de capital humain, à des emplois eux-mêmes hétérogènes, du point de vue des niveaux de ce capital qu'ils requièrent pour être exercés. La non-correspondance entre le niveau d'éducation obtenu par l'individu et celui requis par l'emploi occupé devient possible. Le phénomène de déclassement, (Forgeot et Gautié, 1997, Nauze-Fichet et Tomasini, 2002) qui désigne une situation où le niveau de formation initiale dépasse les exigences de l'emploi occupé, conduit à proposer des spécifications alternatives à la fonction de gains de capital humain pour l'analyse des rendements éducatifs. La spécification la plus fréquemment utilisée revient à substituer dans l'équation de salaire la durée de scolarité par une durée de scolarité requise par l'emploi détenu, accompagnée d'une durée de «sur-éducation» (l'écart entre la durée de scolarité de l'individu et celle exigée) ou de «sous-éducation». Les travaux montrent que les «surdiplômés» ont un rendement supérieur à ceux dont la scolarité est plus faible mais «adéquante» aux exigences de l'emploi et inférieure au rendement des salariés de même durée d'étude mais occupant un emploi en correspondance. La sous-qualification ne se traduit pas par une perte de gains : un individu de niveau donné de scolarité exerçant un emploi exigeant davantage d'éducation qu'il n'en détient, gagne plus que s'il occupait un emploi correspondant à son niveau d'étude (Hanchane et Moullet, 2000).

Signalement et gains sociaux

D'autres travaux apportent un éclairage sur le lien entre éducation et emploi en laissant pour un temps de côté les questions relatives à la pertinence de la relation causale éducation - productivité - salaire. Utiliser la fonction de gains de Mincer pour s'interroger sur le rôle de l'école à travers la relation éducation - salaire autorise à interpréter le coefficient associé à la variable de scolarité en la rapportant à la théorie du capital humain ou aux modèles de sélection. Le lien entre la durée de scolarité et les salaires pourrait traduire un effet acquis de connaissances productives et/ou un effet signal des compétences en accord avec les théories du filtre (Arrow, 1973) ou du signalement (Spence, 1973). L'argument central de ces théories est le suivant.

Par rapport à la théorie du capital humain qui retient l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, la théorie du filtre (Arrow, 1973) abandonne l'hypothèse d'information parfaite sur le marché du travail. Cette condition de transparence n'est plus supposée spontanément remplie. Les employeurs embauchent des individus dont les productivités potentielles sont inconnues, une information à leur disposition, même

si elle est imparfaite, sur leur facultés productives est alors fournie par le diplôme acquis ou l'éducation reçue. Le système éducatif constitue avant tout un filtre : il conduit à classer les individus plutôt qu'à leur donner des savoirs productifs. L'école a pour rôle principal de révéler des facultés productives individuelles qui existaient déjà plutôt que de les développer. Considérer que le diplôme ou le niveau d'éducation mesuré par la durée des études permet de résoudre un problème de décision d'embauche quand l'information est asymétrique entre employeur et candidats à l'embauche ne remet pas en cause les fondements de la théorie du capital humain. La sélection faite par l'employeur incite l'individu à produire un signal qui maximise la probabilité d'être sélectionné, et cette incitation au signal résulte justement du taux de rendement privé de l'investissement dans l'éducation.

Si on admet avec les théoriciens du filtre que l'éducation a une fonction d'information des employeurs et de «tri» à l'entrée du marché du travail, ce n'est donc plus la scolarité qui détermine les gains individuels mais la position qu'occupe l'individu dans la distribution des durées d'études pour la génération à laquelle il appartient. Cet indicateur est celui qu'utilisent Jarousse et Mingat (1986) et Krock et Sjoblom (1994). En confrontant la spécification de la fonction de gains standard à une spécification où la variable de scolarité est remplacée par l'indicateur de position relative, et ce, au moyen de tests de modèles non- emboîtés, on peut montrer (Hanchane et Moullet, 2000) qu'on ne peut conclure à la supériorité de l'une ou l'autre des deux approches.

Si la théorie du capital humain se place du point de vue individuel pour traiter l'éducation comme un investissement, cet investissement en capital humain de chacun peut s'avérer être aussi un investissement profitable du point de vue de la société. L'éducation procure alors des gains sociaux ou des externalités positives, donc a un rendement social, justifiant que l'Etat prenne en charge l'essentiel de son coût.

Éducation et développement : la complexité des liens entre micro et macro

Les travaux relatifs au rôle de l'éducation dans la croissance ont connu un regain de popularité ces dernières années, dans la perspective des théories de la croissance endogène (Lucas (1998)) et évolutionniste (Romer, 1990; Nelson et Phelps, 1997).

Quatre canaux par lesquels l'éducation agit sur la croissance peuvent être identifiés.

Le premier concerne les externalités technologiques (Romer 1986 et 1987), la productivité privée du capital humain ayant un effet positif qui s'étend au-delà de l'individu qui l'acquiert. En améliorant son niveau d'éducation et de formation, l'individu contribue à augmenter le stock du capital humain national et par là, même, la productivité de l'économie nationale (Lucas, 1988).

Le deuxième canal concerne l'existence des déterminants «schumpetériens» des revenus. En effet, les préférences qui tendent à augmenter l'effort de travail sont hétérogènes et diffèrent d'une activité professionnelle à l'autre. Leur valorisation par les employeurs dépend aussi d'autres caractéristiques des employés comme le genre ou l'origine ethnique. De même, l'analyse schumpetérienne met en avant le rôle des distorsions statiques (existence de profits de monopoles) pour motiver l'investissement et justifier l'efficacité dynamique du capital humain sur la croissance économique (Romer [1990], Grossmann et Helpman [1991], Aghion et Howitt [1992]).

Le troisième canal met l'accent sur la qualification de la main d'œuvre (Lucas [1988]). En effet, Lucas a montré que la croissance dans un modèle comme celui de Solow est auto-entretenu lorsque les agents peuvent améliorer leur qualification grâce à un processus à rendements constants. Il a, à cet effet, mis en évidence deux sources d'accumulation du capital humain. L'une volontaire, passe par l'accumulation des connaissances à travers le système d'enseignement formel (schooling) et l'autre, involontaire, découle de l'accumulation par l'apprentissage (learning by doing).

Le quatrième canal mis en avant par Barro (1990) renvoie au rôle des dépenses publiques, notamment de l'investissement public en infrastructures, dans l'amélioration de la circulation de l'information, des personnes et des biens.

Du point de vue des études empiriques, les premiers travaux ont montré une relation positive entre des mesures agrégées de la production et du capital humain (Mankiw, Romer et Weil, 1992). Il est cependant vite apparu que ce résultat dépend d'un grand nombre d'hypothèses restrictives, dont celle de la ressemblance des pays relativement à leur proximité par rapport à leur équilibre stationnaire et à leur capacité de profiter du progrès technique. Une seconde vague de travaux attache ainsi une attention particulière à la définition du stock de capital humain, à son caractère endogène et aux caractéristiques non observées des pays.

Le recours à des méthodes économétriques plus robustes indique qu'il est difficile de faire apparaître

la relation mentionnée plus haut (Pritchett, 1996). Le coefficient des variables de capital humain cesse d'être significatif, devenant même à l'occasion négatif. De tels résultats ne vont pas sans susciter une nouvelle interrogation : comment expliquer que ce qui est bon pour les élèves et les étudiants ne le soit pas pour la société ? Selon les tenants de l'hypothèse du filtre ou du signalement la scolarité sert avant tout à attribuer des emplois dont la productivité est déterminée par d'autres facteurs, comme la technologie.

Plusieurs lignes de défense de la thèse de l'importance de l'éducation et du capital humain dans la croissance ont été mises en avant : mesure plus fine du capital humain, allant au-delà du calcul du nombre d'années d'études, prise en compte de l'hétérogénéité de l'éducation (niveau d'enseignement, qualité des acquis, dépenses, etc.), prise en compte de l'hétérogénéité de ses effets, notamment des effets de complémentarité entre l'éducation et l'environnement économique et social. Ainsi les effets du capital humain seraient variables et d'autant plus forts que certaines conditions - économiques, politiques et sociales - seraient réunies.

Il est peu probable qu'il suffise de calculer le nombre moyen d'années d'études des travailleurs pour établir l'importance de l'éducation et du capital humain dans la croissance économique. C'est pourtant, à peu de chose près, ce qui a été fait dans bien des travaux. Il se pourrait, au contraire, que les possibilités de substitution entre les divers types de travailleurs et entre le travail et les autres facteurs ne soient pas parfaites. De la même façon, les rendements de l'éducation pourraient varier selon le niveau d'études. Peut-être aussi la qualité de l'éducation varie-t-elle ?

La question de la qualité pose d'énormes problèmes, ne serait-ce que parce qu'il est difficile de la définir, encore plus de la mesurer. Nombre de travaux ont montré qu'il n'existe pas de relation étroite entre les ressources scolaires les plus facilement mesurables - dépenses par élève, scolarité et expérience des enseignants, taux d'encadrement - et les résultats des élèves (Hanushek, 1986).

Il convient aussi de rappeler que si l'éducation est un investissement, ses effets ne s'observent que progressivement, sur le long terme. L'éducation est un véritable «détour de production» : à court terme elle a pour effet de réduire la production, du moins tel que mesurée par la plupart des systèmes de comptabilité nationale. Sur une base individuelle, les effets favorables de l'éducation ne se précisent d'ailleurs qu'avec l'âge ou l'expérience des travailleurs. Il est depuis longtemps établi que

l'investissement en capital humain se prolonge au-delà de la scolarité : l'acquisition de capital humain en emploi (Mincer, 1974). Gurgan (2005) considère même que l'investissement en capital humain n'a d'effets significatifs sur la croissance des pays en voie de développement que sous des conditions plus acceptables de transparence et de «bonne gouvernance».

Dans l'ensemble de ces travaux, l'hétérogénéité de l'effet du capital humain selon les pays et à différentes périodes a été négligée. Prendre en compte cette forme d'hétérogénéité revient à faire l'hypothèse tout à fait raisonnable que certaines conditions économiques et sociales sont plus favorables à la rentabilité du capital humain. C'est ce cheminement qui a été choisi par certains économistes (Dessus, 2000, Pritchett, 2004, par exemple) pour mieux comprendre le rôle du capital humain dans les croissances et le développement. La non identification d'un effet positif du capital humain sur la croissance peut s'expliquer par la non prise en compte de la qualité des systèmes éducatifs des pays. Ceux-ci évoluent différemment d'un pays à l'autre. On peut alors aisément admettre que l'accumulation du capital humain brut au même rythme peut donner lieu à des résultats différents. Cette génération de travaux nous aide à mieux comprendre pourquoi l'investissement en capital humain n'a pas été récompensé par une croissance plus rapide. A titre d'exemple, on peut évoquer le fait que la scolarisation massive dans les pays en voie de développement s'est souvent faite au détriment de la qualité ou encore que la distribution inégalitaire des services de l'éducation a eu des effets néfastes en termes d'efficacité des dépenses publiques. Un cercle vicieux est entretenu dans la mesure où la scolarisation massive, dans des conditions de qualité médiocre, donne lieu à un faible rendement privé de l'éducation et tire vers le bas la demande de l'éducation.

Effets des politiques d'éducation et de formation

Le Maroc connaît, jusqu'au début des années quatre-vingt, une explosion du nombre d'élèves scolarisés. Cette massification ne doit cependant pas faire oublier la décélération des années 1980, suite aux effets du Programme d'ajustement structurel et de restriction des budgets publics : les restrictions imparties par exemple au Maroc ne lui permettent pas de généraliser sa scolarisation au premier niveau, contrairement à l'Algérie et à la Tunisie (Unesco 2003), et le taux de déperdition au niveau de l'enseignement fondamental y est par exemple de l'ordre de 40%. Plus généralement, la baisse de la part consacrée jusque là aux dépenses éducatives

dans le PIB a entraîné un affaiblissement de la capacité de l'Etat à financer la croissance démographique scolaire, et conjointement une détérioration de la qualité des conditions d'enseignement.

La Banque mondiale recommande, dès 1988, de mettre l'accent sur la formation de base, en augmentant l'effort public dans l'enseignement primaire, d'accroître l'efficacité interne de l'enseignement, en améliorant la qualité et en diminuant les coûts d'éducation et de diversifier les sources de financement aux niveaux secondaires et universitaires. Ces orientations se sont traduites par un effort qui a surtout porté sur l'alphabétisation et la scolarisation de base mais aux dépens de la qualité. La crise du système éducatif au Maroc est manifeste par sa faible contribution à la croissance et au développement. Pourtant dès 1983, certains travaux attirent l'attention sur le fait que la qualité des études primaires est supérieure à la rentabilité associée à l'augmentation des effectifs dans le primaire dans les pays en voie de développement de façon générale.

Le faible rôle au Maroc des politiques d'éducation et de formation dans la croissance s'explique par le paradoxe issu des travaux de Pritchett et Dessus (que nous rappelons précédemment) selon lequel l'effet de la croissance du nombre moyen d'années d'éducation par travailleur sur la croissance du PIB par tête est négatif et significatif.

Pour expliquer ces résultats, trois hypothèses peuvent être avancées :

- D'abord l'environnement institutionnel est tel que des activités rentables individuellement mais contre-productives socialement, notamment la «recherche de rentes», constitue le principal débouché des diplômés. Le secteur public a absorbé jusqu'aux programmes d'ajustement structurel une part importante des diplômés alors que sa productivité est souvent faible. Il est même possible que l'augmentation du nombre de jeunes diplômés accroisse la pression sur les gouvernements pour qu'ils créent ou maintiennent des emplois publics indépendamment de leur contribution productive.
- Ensuite, faute de transformation structurelle et suffisamment rapide de l'économie, la demande de travail qualifié peut stagner alors même que les progrès de la scolarisation en accroissent fortement l'offre : l'augmentation du niveau d'éducation de la population peut déclencher une baisse de son rendement, d'où une corrélation négative entre éducation et croissance des revenus. Cette hypothèse est corroborée par certaines évaluations qui trouvent, à partir de données internationales,

qu'en moyenne une élévation d'une année du niveau moyen d'éducation de la population réduit le rendement privé de 1.5% et le rendement social de 4%.

- Enfin, il y a lieu d'évoquer la mauvaise qualité des écoles dans notre pays et plus généralement dans beaucoup de PVD. Dans ces conditions, on peut avancer que l'augmentation du nombre d'années d'études pourrait n'avoir guère créé de capital humain.

Les modèles du développement par l'éducation mettent l'accent sur la nécessité pour les PVD de mettre en place des politiques publiques de professionnalisation de l'enseignement, notamment au niveau du secondaire, afin de doter le système productif de qualifications intermédiaires et pouvoir tirer profit des externalités potentielles des IDE. Ces travaux insistent aussi pour que les politiques éducatives soient accompagnées de politiques économiques favorisant la création d'emplois productifs offrant au capital humain une rémunération suffisante et des conditions de valorisation de qualité.

Comment, dès lors, passer d'une perspective quantitative axée sur les flux de scolarisés à une perspective plus qualitative, mesurée à l'aune de l'efficacité du diplôme dans l'insertion professionnelle des jeunes, au moment même où l'injonction de restriction des dépenses publiques conditionne l'aide internationale, et oriente de plus en plus les IDE vers la recherche de moindres coûts salariaux plutôt que vers l'extraction de fortes compétences technologiques de la main d'œuvre ?

Problématiques

Il s'agit de pointer, sur la base de la littérature, les problématiques majeures spécifiques au cas marocain et pour lesquelles la théorie moderne en général et l'économétrie en particulier peuvent apporter des solutions pertinentes du point de vue des politiques publiques et de la politique économique.

La discussion peut privilégier, outre la pertinence des modèles, les modalités dont l'économie mathématique, la micro-économétrie et la macro-économétrie en matière d'éducation, en interaction avec d'autres spécialités (économie publique, économie du travail, économie industrielle, économie des inégalités, économie du développement et économie du bien être) interprètent ces problématiques et leur offrent une base méthodologique et instrumentale appropriée à la situation particulière de l'éducation au Maroc.

Problématique 1 : Limites du modèle du capital humain de l'analyse de l'efficacité des systèmes éducatifs et de formation et développements théoriques récents :

- Problèmes de l'endogénéité des variables de capital humain et d'imperfection des marchés financiers et des contraintes de financements
- Problématique des risques de non valorisation des investissements et des risques liés à la qualité des apprentissages, au chômage et aux déclassements.

Problématique 2 : Systèmes éducatifs et problèmes d'organisation, de sélection et performances scolaires:

- Autonomie des établissements scolaires et performances des élèves et des sortants.
- Evaluation micro-économétrique des politiques publiques d'éducation et de formation.

Problématique 3 : Egalité des chances en matière d'éducation: Problèmes de légitimité, de mesure, etc

Problématique 4 : Formation continue, braconnage et concurrence imparfaite : actualité du modèle beckerien :

- Il s'agit de montrer comment la théorie moderne de la concurrence imparfaite rend caduques les conclusions du modèle beckerien.
- Entre innovation, concurrence imparfaite et asymétries informationnelles les entreprises peuvent avoir intérêt à investir dans la formation générale.
- Des phénomènes semblables peuvent être observés au Maroc, notamment dans le secteur textile.

Problématique 5 : Que nous apprennent les modèles de croissance endogène en matière d'éducation et de développement?

- Il s'agit des difficultés d'ordre empirique que pose l'application de la doctrine «éducationniste» du modèle de croissance endogène au sein des pays en voie de développement, dans la mesure où le modèle repose sur des conditions drastiques, parmi lesquelles l'hypothèse de la convergence.

Problématique 6 : Modèles de formation professionnelle et richesse des nations :

- Faire le point sur les phases du développement en relation avec les régimes de formation.
- Retour sur les problèmes d'évaluation des politiques publiques.
- Comparabilité internationale des systèmes éducatifs.

Références bibliographiques

- Arrow K.J. (1973), «Higher Education as a Filter», *Journal of Public Economics*, 2, p. 193-216.
- Becker G.S. (1967), *Human Capital and the Personnel Distribution of Income: An Analytical Approach*, University of Michigan Press
- Belzil C. (2006), «The Return to Schooling in Structural Dynamic Models: A Survey», *Discussion Paper IZA*, n°2370, October.
- Belzil C., Hansen. J. (2002), «Unobserved Ability and the Return to Schooling», *Econometrica*, 70(5), 2075-2091, September.
- Ben-Porath Y. (1967), «The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings », *Journal of Political Economy*, n° 75, pp. 352-365.
- Berrada Gouzi A., El Aoufi N. (2007), « La non-scolarisation au Maroc. Une analyse en termes de coût d'opportunité », *Critique économique*, n° 19, hiver-printemps.
- Card D. (1995), «Earnings, Ability and Schooling Revisited» in *Research in Labor Economics*, 14, Ed. S. Polachek Greenwich Conn, pp.23-48.
- Card D. (1999), «The causal Effect of Education o Earnings», in O. Ashenfelter and D. Card eds., *Handbook of Labor Economics*, 3, Amsterdam, North-Holland.
- Card D. (2001), «Estimating the Return to Schooling: Progress on Some Persistent Econometric Problems», *Econometrica*, vol 69, 5, 1127-1160.
- Eckstein Z. et K. Wolpin (1999), «Why Youths Drops out High School: The Impact of Preferences, Opportunities and Abilities», *Econometrica*, vol. 67(6), p.1295-1339.
- Forgeot G. et Gautier J. (1997), «Insertion des jeunes et processus de déclassement», *Economie et Statistique*, n° 304-305.
- Griliches Z. (1977), «Estimating the Returns to Schooling: Some Econometric Problems», *Econometrica*, 45, p. 1-22.
- Hanchane S., Moullet S. (2000), «Rendements éducatifs privés : fondements, bilan et évaluation de nouvelles alternatives», *Revue Etudes et Recherches en Economie publique*, 5, 1, p.23-89.
- Heckman J. et E. Vytlacil (1998), «Instrumental Variables Methods for the Correlated Random Coefficient Model : Estimating the Rate of Return to Schooling When the Return is Correlated with Schooling», *The journal of Human Resources*, XXXIII, 975-987.
- Heckman J., Lochner L. et Todd P. (2003), « Fifty years of Mincer earnings regressions », *NBER Working Paper*, 9732.
- Jarousse J.P et Mingat A. (1986), « Un réexamen du modèle de gains de Mincer », *Revue Economique*, 37, n°6.
- Keane M., Wolpin K. (1996), «The Career Decisions of Young men», *Journal of political economy*, vol. 105, p. 473-522.
- Kroch E.A et Sjoblom (1994), « Schooling as Human Capital or as Signal: Some Evidence », *Journal of Human Resources*, 29.
- Mincer J. (1958), «Investment in Human Capital and Personal Income Distribution», *Journal of political Economy*, August.
- Mincer J. (1974), *Schooling, Experience and Earnings*, Columbia University Press for NBER, New - York.
- Mincer J. (1978), *Accumulation du capital humain*, Economica, Paris.
- Montmarquette C., Mourji F. et Gami A. (1996), «L'insertion des diplômés de la formation professionnelle dans le marché du travail marocain: une application des modèles de durée», *Revue Région et Développement*, n° 3, La Documentation française, Paris.
- Moullet S. (2000), Contributions à l'analyse des rendements éducatifs : *Enjeux théoriques et problèmes empiriques d'identification*, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université de la Méditerranée.
- Mourji F. et Gouch A. (2008), «Modélisation de l'insertion professionnelle des diplômés de l'enseignement supérieur au Maroc», *Critique économique*, n° 22, printemps-été.
- Rosen S. et Willis R.J (1979), «Education and Self-Selection», *Journal of Political Economy*, (supplement) 87, pp. 57-536.
- Willis R. J. (1986), «Wage determinants: a survey and reinterpretation of human capital earning functions », *Handbook of Labor Economy*.

Conférence internationale en Théorie des Systèmes (Fès du 25 au 28 mai 2009)

Organisée avec le soutien de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

L'objet de cette conférence était de présenter l'état de l'art dans le domaine de la modélisation, l'analyse et le contrôle des systèmes distribués, d'explorer les développements récents et futurs ainsi que les applications aux sciences de l'ingénieur, à l'environnement et aux sciences du vivant. La conférence a réuni un forum de 140 chercheurs de 15 pays qui ont partagé leurs idées, leurs méthodes, leurs résultats ainsi que leurs expériences dans diverses applications.

La communauté marocaine des chercheurs en théorie des systèmes existe depuis le début des années 80. Elle développe des activités en recherche fondamentale qui sont à la frontière des mathématiques, de l'automatique et des sciences de l'ingénieur. Cette communauté œuvre, aujourd'hui, dans le cadre de neuf laboratoires ou équipes de recherches réparties sur neuf universités marocaines. Ces laboratoires sont organisés en réseau, *le Réseau Théorie des Systèmes*, soutenu par l'Académie Hassan II des Sciences Techniques (Collège des Sciences de la Modélisation et de la l'Information). Les coordinateurs du réseau sont les professeurs L. Afifi et A. El Jai. Ce réseau représente un poids important dans la production scientifique marocaine en mathématiques appliquées puisque, depuis le début des années 90, on recense près de 500 publications dans des journaux internationaux et 100 doctorats, sans compter les publications dans des journaux nationaux ou les communications dans des conférences internationales ou nationales. Tout cela justifie la tenue de cette conférence internationale, même si régulièrement des conférences nationales (avec invités étrangers) sont organisées. Le pilier le plus important pour cette organisation a été sans nul doute l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques qui a permis de mettre en valeur, à une échelle internationale, l'existence et le rayonnement de la science marocaine dans ce secteur disciplinaire.

La conférence a été organisée par le réseau Théorie des Systèmes comprenant neuf équipes ou laboratoires de recherches des universités de Casablanca I et II, El Jadida/Safi, Fès, Marrakech, Meknès, Oujda, Rabat, Tanger et Perpignan. La conférence s'est tenue dans les locaux du palais des congrès de la ville de Fès. La séance d'ouverture groupait à la tribune le Président de l'université sidi Mohamed Ben Abdellah (Pr. Farissi), le doyen de la FST de Fès (Pr. Zouak), le Président de l'IPC (International Program Committee, Pr. EL Jai) et le Président du Comité d'Organisation (Pr. Zerrick). Les interventions étaient assez justes et courtes. Le Pr. El Jai a fait un historique sur la théorie des systèmes au Maroc sur la période 1980-2008.

L'organisation de la conférence était remarquable. Le planning des conférences était le suivant : chaque

deuxième journée commençait par deux conférences plénières suivies de deux sessions parallèles aux thèmes bien ciblés. Comme le choix de la ville de Fès était lié à la commémoration des 1200 ans de la fondation de la ville, une visite guidée à caractère culturel de la médina de Fès (115 participants) était organisée le mercredi 27 mai, afin de casser la densité scientifique de la conférence et de faire connaître quelque aspect culturel du Maroc aux conférenciers.

Cent quarante scientifiques de quinze pays ont participé à la conférence de Fès. Il y a eu onze conférenciers plénières dont quatre venant des USA, deux du Canada, un des Pays-Bas et quatre de France. A côté de cela, il y a eu 55 conférences organisées en deux sessions parallèles et portant sur les thèmes suivants : modélisation (1 session), théorie (2 sessions), analyse (2 sessions), contrôle (2 sessions), applications (2 sessions) ainsi que deux sessions invitées à l'initiative des Prs. Rabah (France) et K. Eppler (Allemagne). Par ailleurs, de nombreux chercheurs marocains ont connu, depuis le début de leur activité de recherche, les travaux du Pr. M. Delfour (Montréal) et de Mmes les professeurs R.F. Curtin (NL) et I. Lasiescka (USA). Ces trois personnalités scientifiques étaient toutes présentes à cette conférence. Un hommage particulier a été rendu à feu le Pr. A.J. Pritchard (GB) qui a été, au départ de cette activité au Maroc, très présent par son appui et ses encouragements. Un autre point important de cette conférence a été, d'une part, la présence de plus de 50 enseignant-chercheurs marocains, et, d'autre part, le soutien apporté à près de 20 doctorants marocains qui ont assisté à la conférence. L'effet a été immédiat car bon nombre de scientifiques étrangers ont été très positivement surpris par l'importance de la communauté marocaine travaillant dans ce domaine.

Au Maroc, les chercheurs travaillant en théorie des systèmes sont, pour la plupart, membres des départements de mathématiques. Ils sont aussi membres de la SMZA (Société Marocaine de Mathématiques Appliquées) qui a apporté son soutien à la conférence de Fès et qui a été représentée à la séance d'ouverture par son président, le Pr. K. Najib. La théorie des systèmes concerne les aspects de modélisation, analyse et contrôle des systèmes, sans oublier les applications. Au Maroc, les chercheurs travaillent sur des systèmes d'évolution, dits distribués (ou spatio-temporels). De par ce fait, ils ont une culture assez vaste dans divers aspects des mathématiques (EDO et EDP, analyse fonctionnelle et spectrale, optimisation, analyse numérique, etc.). La variété et la qualité des aspects développés ont été largement démontrées à travers les diverses conférences qui ont été données à Fès.

Il faut faire en sorte que la passion de la recherche chez les jeunes scientifiques soit vivifiée et encouragée et qu'elle puisse se déployer vers beaucoup d'autres jeunes marocains. Sur ce point, la conférence a rempli sa mission, une mission nécessaire à la relance de la recherche dans notre pays.

Publications de l'Académie



De par sa mission, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques est appelée à mener des réflexions et à donner son avis sur la politique nationale de recherche scientifique et technique, à en évaluer les programmes sur la base d'enquêtes et d'analyses qu'elle juge nécessaires; c'est ainsi qu'elle a pris, lors de sa session plénière solennelle de février 2008, la décision d'examiner la situation de la recherche-développement et de l'innovation technologique dans notre pays, de présenter des propositions susceptibles de renforcer l'efficacité des efforts déjà entrepris par le Gouvernement, et donner un nouvel élan à la politique nationale en la matière.

Ce document est le résultat d'une première réflexion menée au sein de l'Académie; il fait suite à des travaux qu'elle a conduits en coopération étroite avec divers acteurs de la recherche, notamment pour rassembler des données quantitatives fiables sur le système national de recherche et d'innovation, et pour recueillir les avis des principaux opérateurs des programmes ou projets de recherche.

Ce texte se veut également un plaidoyer convaincant en faveur d'une relance résolue et durable de la recherche scientifique et technique, au service du développement du pays, et cela conformément aux orientations fixées par Sa Majesté le Roi dans Son discours d'installation de l'Académie le 18 mai 2006, comme dans celui du 20 août 2004, où Il rappelait le défi que nous devons relever : «acquérir la connaissance scientifique et la technologie avancée pour vaincre le sous-développement et être en mesure d'accompagner le progrès».

Durant les années quatre vingt dix, une dynamique de croissance des activités de recherche scientifique, permettait au Maroc de se hisser, par sa production

scientifique, à la troisième place du continent africain. Malheureusement des signes inquiétants, traduisant actuellement un tassement de cette dynamique, sont apparus et sont la conséquence d'un dysfonctionnement au niveau du système de recherche scientifique et technique. Il devient dès lors urgent d'y apporter les remèdes nécessaires et de prendre les mesures appropriées à court et moyen termes; faute de quoi, notre pays risque de se priver d'un levier essentiel pour son développement dans un environnement régional et international où la compétition économique est de plus en plus âpre et où l'innovation technologique, fille de la recherche et de la science, joue un rôle déterminant pour créer de la richesse, obtenir des parts de marchés et créer des emplois.

Il est en effet largement démontré que les pays, qui réussissent leur développement économique et social ou s'efforcent d'assurer pour leurs populations un progrès durable, ont largement investi dans une solide formation scientifique à tous les niveaux de l'enseignement primaire, secondaire et universitaire, créé des centres de recherche performants, développé des collaborations mutuellement bénéfiques entre les entreprises et le monde académique, ou instauré des pôles de compétitivité, lieux privilégiés de partenariats en R&D, d'innovation technologique et de génération de richesse. Outre une bonne gouvernance, disposer d'un système de recherche scientifique et technologique est devenu une nécessité pour tout pays désireux d'assurer le développement et la modernisation de son économie et de sa société, et par là préserver son avenir.

Le présent document qui est essentiellement un document de réflexion et de proposition, fait d'abord un rappel de la pertinence de la recherche scientifique et technique et du rôle déterminant de l'innovation dans le développement du pays; il donne ensuite l'état de la recherche au Maroc et les principaux indicateurs le caractérisant, puis décline une série d'orientations stratégiques de nature à mettre à l'horizon 2020 le dispositif national de la recherche scientifique et technique au service du développement; parallèlement est suggéré un programme de recherches autour de domaines considérés comme prioritaires, du point de vue à la fois de la recherche fondamentale et des exigences du développement économique et du progrès social du pays.

Un document, annexé à celui-ci, "la recherche scientifique au Maroc en chiffres" présente des données chiffrées, et leur évolution au cours des dernières années, sur les différents indicateurs de la recherche scientifique au Maroc.



By law, the Hassan II Academy of Science and Technology is asked to provide the stock holders and the government with analyses and advises on national policies related to scientific research and technology and propose, based on surveys and analytical studies of the various programs, the pertinent strategy for boosting and enhancing the national scientific research quality and productivity. In line with this mission, the Academy had taken during its solemn plenary session of February 2008, the decision to examine the current state of the national research and development (R&D) and technological innovation programs and make proposals with the aim of strengthening the efficiency of the various efforts already undertaken by the government, and give a new impetus to the national policy in this field.

This document represents the outcome of a first brainstorming carried out at the Academy after gathering with the help of various research actors reliable quantitative data on the national system of research and innovation and after collecting the opinions of the leading operators of research programs or projects.

This text is aimed at being an advocacy in favour of a resolved and lasting revival of scientific and technological research to serve the development of the country, in accordance with the guidelines laid down by His Majesty the King in his speech of the Academy installation on the May 18th 2006, as in that of the August 20th, 2004, in which he recalled the challenge we need to take up "acquire advanced scientific and technological knowledge to overcome the underdevelopment and to be able to accompany the progress".

During the nineties, a growth dynamic of scientific research activities allowed Morocco to occupy, for its scientific production, the third place in the African continent. Unfortunately, some worrying signs, reflecting a slowdown of this dynamic appeared and are the result of dysfunction in scientific and technological research system. It becomes urgent to make necessary remedies and take appropriate actions in short and medium terms, otherwise, our country may lose a key leverage for its development in a regional and international environment, where the economic competition is increasingly fierce and where technological innovation, daughter of research and science, plays a crucial role in creating wealth, gain market share and create jobs.

It is in fact widely demonstrated that countries, which successfully manage their economic and social development or try to secure for their people a sustainable progress, have largely invested in education and in a strong scientific training at all levels including primary and secondary schools and university. Such countries have also created effective research centres, developed mutually beneficial collaborations between private and academic sectors, or established competitiveness clusters, privileged sites of partnership in R&D, technological innovation and wealth creation. In addition to good governance, to have a scientific and technological research system has become a must for any country wishing to ensure development and modernisation of its economy and its society and thereby preserve its future.

This document, which is mainly a document of brainstorming and proposals, includes primarily a reminder of the relevance of scientific and technological research and of the crucial role of innovation in the development of the country. After addressing the state of research in Morocco and the main indicators that characterise it, it offers a series of strategic guidelines to put in place regarding the national system of scientific and technological research able to serve development. In parallel, it proposes a research program focused on areas considered as priorities, in terms of both basic research and requirements for economic development and social progress of the country.

In an appended document, "the national scientific research in figures" presents precise data and their trends over the last years regarding different indicators of scientific research in Morocco.

فخلال التسعينات من القرن الماضي، تمكّن المغرب، بفضل دينامية نموّ أنشطة البحث العلمي، من تبوؤ ثالث مرتبة على صعيد القارة الإفريقية، غير أنه من المؤسف أن تظهر اليوم إشارات مقلقة تتجلى رهنأ في نوع من ركود، نتج عنه اختلال على مستوى منظومة البحث العلمي والتقني في بلادنا. ولذا بات من المستعجل إيجاد الحلول الملائمة لهذه الوضعية، واتخاذ التدابير اللازمة على المدى القصير والمتوسط، تحت طائلة حرمان بلادنا من رافعة أساسية لنموّ بلادنا، في فضاء جهوي ودولي يسوده تأجيج التنافس الاقتصادي، وحيث يلعب الابتكار التكنولوجي المتولّد عن البحث والعلم، دوراً حاسماً في ذرّ الثروات واكتساب حصص الأسواق وخلق فرص الشغل.

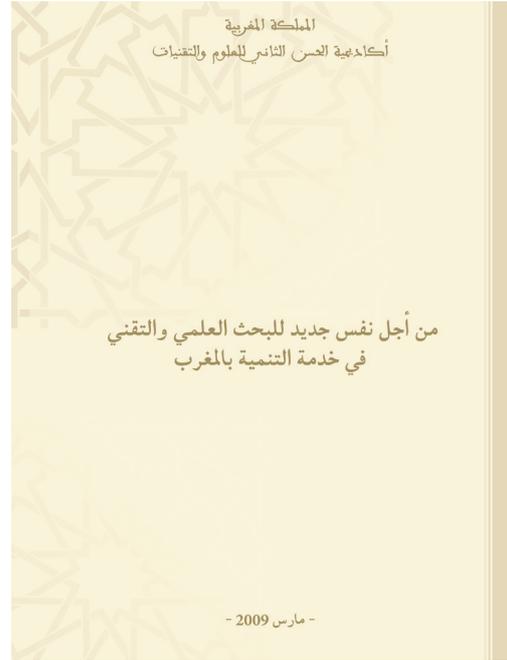
وبالفعل، فلقد أصبح اليوم من باب المسلمات أن البلدان التي توفّقت في إنجاح نموّها الاقتصادي والاجتماعي أو تسعى جاهدة لتأمين تقدم مستديم لسكانتها، هي تلك التي كان لها استثمار واسع في تكوين علمي متين على مختلف مستويات التعليم، الابتدائي والثانوي والجامعي، وأنشأت مراكز بحث رفيعة المستوى ونمت التعاون المجدي بين المقاولات والعالم الأكاديمي، أو أقامت أقطاب تنافسية على نحو فضاءات متميّزة للشراكة في مجالات البحث التنموي والابتكار التكنولوجي وتوليد الثروات. ومن ثم، فإنه فضلا عن الحكامة الجيدة، فإن توافر منظومة للبحث العلمي والتكنولوجي، أصبح ضروريا لكل بلد يرغب في تأمين نموّ وتحديث اقتصاده، وبالتالي ضمان مستقبله.

إن هذه الوثيقة التي هي أساسا بمثابة وثيقة للتفكير والاقتراح، تنطلق بداية من التذكير بوجاهة البحث العلمي والتقني والدور الحاسم الذي يلعبه الابتكار التكنولوجي في تطور البلد وتنميته.

بعد ذلك، تقدّم الوثيقة صورة عن حالة البحث في المغرب، مع أهم المؤشرات التي تميّزها؛ ثم تأتي بعرض جملة من التوجهات الإستراتيجية الكفيلة بجعل العُدّة الوطنية للبحث العلمي والتقني، في أفق سنة 2020، في خدمة التنمية.

وبموازاة مع هذا، تقترح برنامجا للبحوث العلمية في مجالات تُعتبر ذات أولوية، من منظور البحث الأساسي ومتطلبات التنمية الاقتصادية للبلد وتقدمه الاجتماعي.

والوثيقة هذه مذيّلة بملحق إضافي، تحت عنوان «البحث العلمي في المغرب بالأرقام» يقدّم معطيات كمية حول مختلف مؤشرات البحث العلمي في المغرب وتطوّرها خلال السنوات الأخيرة».



إن أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات مدعوّة، بموجب المهام المنوطة بها، لمباشرة التفكير في السياسة الوطنية في مجال البحث العلمي والتقني وإبداء الرأي بشأنها، وتقييم برامجها، استنادا إلى ما تراه ضروريا من تحريات وأبحاث وتحليل. وفي هذا السياق، قررت الأكاديمية، خلال دورتها الرسمية العامة المنعقدة في فبراير 2008، دراسة وضعية البحث العلمي والابتكار التكنولوجي ببلادنا، وتقديم اقتراحات من شأنها تعزيز فعالية المجهودات التي تبذلها الحكومة في هذا المجال، وإعطاء نفس جديد للسياسة الوطنية في ميدان البحث العلمي.

تعد هذه الوثيقة نتاج تفكير أولي على صعيد الأكاديمية، تمخضت عنه الأعمال المنجزة بتعاون مع عدة فاعلين في ميدان البحث العلمي من أجل تجميع معطيات كمية موثوقة حول المنظومة الوطنية في ميدان البحث والإبداع، والحصول على رأي أهم المسؤولين عن البرامج أو المشاريع في مجال البحث العلمي.

تتمثل الغاية من هذا العمل، في جعله بمثابة مرافعة مُقنعة لفائدة تحقيق إقلاع جديد وحاسم للبحث العلمي والتقني في خدمة تنمية البلاد، عملا بالتوجيهات السامية لصاحب الجلالة الملك محمد السادس، نصره الله الواردة في خطابه السامي بمناسبة تنصيب الأكاديمية يوم 18 ماي 2006 وكذا في خطابه السامي في ذكرى ثورة الملك والشعب يوم 20 غشت 2004، حيث أكد جلالته بأن «هدفنا الاستراتيجي هو اكتساب المعرفة العلمية الدقيقة والتكنولوجيا المتطورة اللتان هما السبيل القويم للخروج من التخلف ومواكبة التقدم».

Echanges et Coopération

Avec l'Académie des Sciences de Hongrie

Le mardi 24 février 2009, Monsieur Tamás Németh, Secrétaire Général de l'Académie des Sciences de Hongrie a été reçu, à l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, par Monsieur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel, en présence de son excellence Monsieur Laszlo Pap, Ambassadeur de la République de Hongrie à Rabat.

Mr. Tamás Németh, secrétaire général depuis le 6 mai 2008, était auparavant, directeur de l'Institut de Recherche en Chimie Agricole et Géologie, en Hongrie.

Une convention de coopération entre l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques et l'Académie Hongroise est en préparation.

Avec l'École Centrale de Paris

Monsieur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a reçu Monsieur Hervé Biauasser, directeur de l'École Centrale de Paris, le 6 avril 2009, au siège de l'Académie.

Membre du bureau de la «Conférence des Grandes Écoles» (France), et président de l'association des Écoles d'ingénieurs européennes, Monsieur Hervé Biauasser était accompagné notamment de Messieurs Christopher Cripps, et Gilbert Frade, respectivement doyen des affaires internationales à l'École Centrale, et professeur Consultant.

La délégation de l'École Centrale effectuait au Maroc, une visite dans le cadre de la volonté affirmée, de cette institution, de développer de nouvelles formes de partenariats internationaux, pouvant aller jusqu'à la création d'écoles «soeurs», en dehors de la France, et aussi de renforcer l'activité de recherche dans des domaines pour lesquels les enjeux paraissent être particulièrement grands.

* * * * *

