

**Royaume du Maroc**  
Académie Hassan II des  
Sciences et Techniques



**Kingdom of Morocco**  
Hassan II Academy of  
Science and Technology

**Appel à projets 2017-2018**  
**Résumés des projets de recherche retenus pour financement**

---

**2017-2018 Call for projects**  
**Summaries of research projects selected for funding**

***"Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale"***

Extrait du Discours de Sa Majesté le Roi Mohammed VI  
à l'occasion de l'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques (Agadir, le 18 mai 2006)

***"Serving the country and contributing to the development of global science"***

From the Speech of His Majesty the King Mohammed VI  
during the installation of the Hassan II Academy of Science and Technology (Agadir, May 18, 2006)

Réalisation : **AGRI-BYS S.A.R.L.**

Achévé d'imprimer : février 2019

Imprimerie Lawne : 11, rue Dakar, Océan, 10040-Rabat, Maroc



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



## Appel à projets 2017-2018

Dans le cadre de ses missions, notamment en matière de promotion et de développement de la recherche scientifique et technique et en matière d'évaluation et de financement des programmes de recherche scientifique et technique, comme stipulé par le Dahir portant loi la créant, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a lancé un troisième appel à projets afin d'apporter un appui financier à la réalisation de nouveaux projets de recherche portant sur les thématiques suivantes qui s'inscrivent parmi les priorités nationales :

- Masses de données : Méthodes et connaissances relatives au traitement de grandes masses de données;
- Physique statistique : Développement de l'expertise en matière de description des systèmes;
- Sciences des matériaux : Amélioration des connaissances scientifiques et développement de technologies innovantes précieuses pour les industries des matériaux;
- Sciences du climat : Contribution au renforcement de l'information et des connaissances sur l'impact du changement climatique au Maroc et à la mise au point de mesures d'adaptation à ce changement.

L'examen, conformément aux bonnes pratiques internationales (évaluation par les pairs nationaux et internationaux, confidentialité et conflits d'intérêts, etc.), des demandes de financement réceptionnées a permis de retenir pour financement les sept projets suivants :

Titre du projet	Coordonnateur et domiciliation du projet
Imagerie satellite multispectrale, data mining et applications agricoles	François BOURZEIX Moroccan foundation for Advanced Science, Innovation and Research (MAScIR), Rabat
Contribution à l'étude des phases de Dirac et topologique d'une classe de nouveaux matériaux	Lalla Biissam DRISSI Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat
Effet du recyclage de la poudre $AlSi7Mg0.6$ sur les pièces fabriquées par SLM (Selective Laser Melting)	Sébastien VAUDREUIL Université Euro-Méditerranéenne de Fès
Utilisation de la coque de noix d'arganier à l'échelle nanométrique pour le développement de Bio-nanocomposites à base de matrice thermoplastique	Mohammed-Ouadi BENSALAH Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat
Effets du réchauffement climatique sur le paysage désertique de l'Est et du Sud marocain (Merzouga, Dakhla). Analyse des données bioclimatiques, naturelles et anthropiques et modélisation de l'érosion éolienne	Abderrahim LAHRACH Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès
CHangement et vaRlabilitéS cliMATiques passés et actuels au Maroc : forçages, réponses, impacts et rétroactions - Bases pour la proposition de solutions d'adaptations «CHARISMA»	Lhoussaine BOUCHAOU Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir
Gestion conservatoire des eaux et des sols pour un développement agricole durable dans un contexte de changement climatique dans la région Nord du Maroc	Mohamed CHIKHAOUI Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

## 2017-2018 Call for projects

As part of its missions, mainly with respect to the promotion and development of scientific and technical research and to assessing and funding scientific and technical research programs, as established by the Dahir (Royal Decree) enacting the Law instituting it, the Hassan II Academy of Science and Technology launched a third call for projects to provide financial support for the implementation of new research projects addressing the following topics, which are among the national priorities:

- Big Data: Methods and knowledge related to the processing of large amounts of data;
- Statistical Physics: Development of expertise in systems description;
- Materials Sciences: Improvement of scientific knowledge and development of valuable innovative technologies for the materials industries;
- Climate Sciences: Contribution to strengthening information and knowledge on the impact of climate change in Morocco and the development of adaptation measures to this change.

The review, in accordance with international best practices (national and international peer reviews, confidentiality and conflicts of interest, etc.), of the received project proposals, resulted in the selection of the following seven projects for funding:

Project title	Project Coordinator and host institution
Multispectral satellite imaging, data mining and agricultural applications	François BOURZEIX Moroccan foundation for Advanced Science, Innovation and Research (MAScIR), Rabat
Contribution to the study of the Dirac and topological phases of a class of new materials	Lalla Btissam DRISSI Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat
Effect of recycling AlSi7Mg0.6 powder on parts manufactured by SLM (Selective Laser Melting)	Sébastien VAUDREUIL Université Euro-Méditerranéenne de Fès
Use of nanoscale argan nut shell for the development of Bio-nanocomposites based on thermoplastic matrix	Mohammed-Ouadi BENSALAH Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat
Effects of global warming on the desert landscape of eastern and southern Morocco (Merzouga, Dakhla). Analysis of bioclimatic, natural and anthropic data and modeling of wind erosion	Abderrahim LAHRACH Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès
Past and Current Climatic Change and Variability in Morocco : forcing, responses, impacts and feedback - Basis for proposing adaptation solutions «CHARISMA»	Lhoussaine BOUCHAOU Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir
Conservative management of water and soil for sustainable agricultural development in a context of climate change in the northern part of Morocco	Mohamed CHIKHAOUI Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

# Masses de données Big Data

## Imagerie satellite multispectrale, data mining et applications agricoles

**BOURZEIX François**

*Moroccan foundation for Advanced Science,  
Innovation and Research (MAScIR), Rabat*

Le lancement durant la décennie passée de multiples satellites d'observation munis de caméras multi-spectrales a permis de disposer d'un grand nombre de données et d'images. Bien souvent le traitement de ces images se fait grâce à l'interprétation de spécialistes des images satellites. L'augmentation du nombre d'images ne permet plus un tel traitement. Les méthodes récentes d'apprentissage automatique ou «machine learning» (dont les algorithmes d'apprentissage profond ou «deep learning») permettent de développer des algorithmes d'automatisation de traitement de ces images pour en tirer des informations pertinentes (indicateurs) en particulier pour l'agriculture.

Pour atteindre cet objectif, le projet vise les 3 objectifs spécifiques suivants :

- mettre en place une base de données d'images satellites multi-spectrales et de données agricoles ;
- développer des algorithmes innovants de traitement des images satellites, en utilisant en particulier les méthodes d'apprentissage profond qui depuis 5 ans ont révolutionné le traitement d'images afin d'en extraire des indicateurs agricoles (niveau de maturité, sécheresse, etc.) ;
- développer des logiciels afin de mettre en œuvre et disséminer ces algorithmes.

Le projet dure 4 ans et sera réalisé grâce à la mise en place d'un partenariat de recherche entre MAScIR, l'ENSIAS, l'IAV, les domaines agricoles et l'université des sciences appliquées allemande de Bonn Rhein Sieg et sera réalisé grâce au lancement de 5 thèses de doctorat. Le projet sera organisé en 6 lots de travail (ou workpackages) : réaliser un état de l'art, mettre en place une base de données et d'images, développer des algorithmes de traitement des images satellites, développer des algorithmes de data mining, valider les algorithmes et enfin disséminer les résultats (data, algorithmes, etc.) en développant des logiciels spécifiques.

Les livrables du projet seront principalement une base de données et d'images, un portefeuille d'algorithmes innovants, un Système d'Information Géographique (SIG) et des logiciels permettant une mise en œuvre de ces algorithmes (un logiciel didactique à destination des universités, un logiciel de visualisation et d'aide à la décision et un logiciel d'assistance pour les agriculteurs).

En étant mis à disposition des universités, la base de données et les algorithmes pourront servir de base au développement d'applications utilisant le traitement d'images satellites afin d'offrir des services aux intervenants agricoles (agriculteurs, administrations et offices, banques et assurances).

## Multispectral satellite imaging, data mining and agricultural applications

**BOURZEIX François**

*Moroccan foundation for Advanced Science,  
Innovation and Research (MAScIR), Rabat*

The launch of multiple observation satellites equipped with multi-spectral cameras during the past decade has made it possible to generate a large amount of data and images. Very often the processing of these images is done thanks to the interpretation of satellite images specialists. The increase in the number of images no longer allows such processing. Recent methods of machine learning (in particular deep learning algorithms) enable the development of automation algorithms to process these images in order to derive pertinent information (indicators) on agriculture.

To achieve this objective, the project aims at the following 3 specific objectives:

- to set up a database of satellite multi-spectral images and of agricultural data,
- to develop innovative algorithms for satellite images, using especially deep learning methods (that have revolutionized image processing over the past five years) in order to extract agricultural indicators (level of maturity, drought, etc.)
- to develop softwares to implement and disseminate these algorithms.

The project will last 4 years and will be realized thanks to the setting up of a research partnership between MAScIR, ENSIAS, IAV, les Domaines Agricoles and the German applied science university of Bonn Rhein Sieg, and will be realized thanks to the launch of 5 doctoral thesis. The project will be organized in 6 activities (or work packages): to carry out a state of the art analysis, to set up a database of agricultural data and of satellite images, to develop satellite image processing algorithms, to develop data mining algorithms, to validate the algorithms and finally to disseminate the results (data, algorithms, etc.) by developing specific software.

The project deliverables will mainly consist of a database and of satellites images, of a portfolio of innovative algorithms and of a geographic information system (GIS) with softwares to demonstrate the algorithms of the project (a didactic software for universities, a visualization and decision support software, and an assistance software for farmers).

By being made available to universities, the database and algorithms will be used as a basis for the development of applications using satellite image processing to provide services to agricultural stakeholders (farmers, administrations and offices, banks and insurance companies).

## Physique statistique Statistical Physics

### Contribution à l'étude des phases de Dirac et topologique d'une classe de nouveaux matériaux

**DRISSI Lalla Btissam**

*Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat*

La recherche sur la matière quantique a connu un développement exponentiel après la réalisation expérimentale du graphène en 2004. Dès lors, plusieurs nouveaux matériaux ont été proposés théoriquement et réalisés expérimentalement; toutefois de nouvelles structures restent encore à prédire. Pour avoir de nouveaux matériaux avec de meilleures performances pour des applications spécifiques telles que l'optoélectronique et la spintronique, il semble naturel de réduire les matériaux 3D vers des dimensions 2D, 1D ou 0D. Cette méthode a été utilisée pour les éléments du groupe IV, ce qui a conduit au silicène, germanène, etc. Cependant, très peu d'attention a été accordée à la classe des matériaux composites III-V et IV-IV, comme InAs, GaAs, GeC et SiC.

L'un des objectifs de ce projet est d'identifier les structures des hybrides III-V et IV-IV à 2D et 0D, d'explorer leurs aspects physiques et de déterminer leurs propriétés en utilisant des méthodes combinant physique statistique, mécanique quantique, théorie des champs effectifs et des simulations numériques. En outre, la performance de nombreux dispositifs actuels résulte principalement de la fonctionnalisation des nanostructures. Par conséquent, il est nécessaire de développer de nouvelles méthodes de modélisation pour étudier les phénomènes liés au couplage spin-orbite et au transport électronique dans les nanostructures magnétiques composées d'hybrides, ce qui va permettre de compléter les résultats expérimentaux par la théorie et ouvrir de nouveaux horizons. Un autre objectif de ce projet est de contribuer à l'étude des isolants topologiques, de l'effet Hall de spin quantique et des skyrmions magnétiques; ainsi que la détermination de la structure stable et métastable des composés 2D. Ce projet couvre un large spectre de la matière quantique dans les matériaux à basses dimensions incluant les hybrides, les nanostructures magnétiques, les phases topologiques, la relaxation et la dynamique de spin. Afin d'être aux normes internationales et d'établir un contact étroit avec des experts de renommée, le projet actuel regroupe quatre équipes d'instituts marocains (Rabat, Meknès, Béni Mellal et Safi) et trois équipes de recherche allemandes de Jülich, Berlin et Jena. Parmi les résultats escomptés, ce projet permettra d'échanger des visites entre chercheurs, former des doctorants et post-doctorants, partager le savoir-faire, réaliser des co-publications et avoir accès aux plateformes scientifiques des groupes allemands.

Ce projet est planifié pour quatre années, il contribuera à hisser le niveau de recherche des équipes marocaines, permettra des ouvertures en matière de formation, de recherche, d'échange et coorganisation de manifestations scientifiques et de développement d'expertise en sciences des nouveaux matériaux. La participation marocaine dans l'élaboration de nouvelles méthodes en collaboration avec les partenaires allemands offrira une excellente formation aux chercheurs marocains du projet.

### Contribution to the study of the Dirac and topological phases of a class of new materials

**DRISSI Lalla Btissam**

*Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat*

The research on quantum matter has grown exponentially after the experimental realization and characterization of graphene in 2004. Many new materials at low dimensions have been theoretically proposed and experimentally realized since then and new possible structures are still predicted on a regular basis. To find new and possibly better materials for specific applications such as optoelectronics or spintronics, it seems natural to scale down 3D bulk materials that are already used for these applications, to 2D, 1D or 0D limit, to even improve or tune their properties. This route has been followed for the group IV elements, leading to silicene, germanene, etc. Surprisingly, much less attention has been paid to the class of III-V and IV-IV materials, like InAs, GaAs, GeC and SiC.

One goal of this project is to identify the real ground state structures of III-V and IV-IV hybrids in 2D and 0D, to explore their physical aspects and to determine their intrinsic properties using methods combining statistical physics, quantum mechanics, effective field theory and numerical simulations. The outstanding performance of many of today's devices is primarily due to the application of the functionalization of nanostructures. However, there is hardly any method, which has shaped nanoscience and nanotechnology more profoundly than the scanning probe methods (SPM). Therefore it is necessary to develop new computational methodology to investigate spin-orbit related phenomena and electronic transport in magnetic nanostructures composed of hybrids to complement the experimental results with theory for their analysis. The development of a novel method gives us the opportunity to do very novel research. Another goal of this project that arose from the research on graphene and graphene-like 5D propriety topological insulators, the quantum spin Hall effect and magnetic skyrmions. The origin of the topological phase lies in a band inversion, often realized by a strong spin-orbit coupling. So once we have determined the ground and metastable structures of the 2D compounds, their topological character will be determined.

This project will cover a rich spectrum of quantum matter at low dimensions including both hybrids and 5D propriety nanostructures compounds, and a large spectrum of phenomena like topological phases, spin-relaxation and spin dynamics. To be at the international standards and to keep a close connection with distinguished research groups, the present project gathers four teams from Moroccan Institutes (Rabat, Meknes, Beni Mellal and Safi) with three outstanding research groups in Germany from Jülich, Berlin and Jena. Among the expected outcomes, this project will give the opportunity to exchange visits of researchers, training of PhD and Post-doctoral fellows, shearing ideas, co-authoring publications and using German groups facilities.

This project, planned for four years, will contribute to the improvement of the research standards of Moroccan research groups, open ways for an exchange programme and strengthen research training activities, help mounting bilateral German-Moroccan research activities based on regular events (two Advanced Schools in Morocco and one workshop in Germany) and develop expertise in the fields of quantum matter and topological phases. Moreover, the participation with our German partners in method development will provide an excellent education for our young researchers.



## Sciences des matériaux Materials Sciences

### Effet du recyclage de la poudre AlSi7Mg0.6 sur les pièces fabriquées par SLM (Selective Laser Melting)

**VAUDREUIL Sébastien**

*Université Euro-Méditerranéenne de Fès*

L'aluminium AlSi7Mg0.6 est un matériau largement utilisé dans le domaine de l'aéronautique et du spatial pour ses excellentes propriétés mécaniques et sa résistance à la corrosion. Alors que cet alliage d'aluminium est généralement mis en forme par les procédés classiques tels que l'usinage ou la coulée, il est maintenant mis en forme par la Fabrication Additive SLM (Selective Laser Melting). Ce procédé utilise un laser de haute puissance pour réaliser la fusion localisée d'une poudre métallique afin de former des pièces de géométrie complexe directement à partir d'un modèle numérique.

De par son mode d'opération, le procédé SLM permet une utilisation efficace de la matière première en raison de la possibilité de recycler la poudre non-fusionnée. Il est donc important d'assurer une constance dans sa qualité afin d'obtenir des pièces ayant les performances mécaniques appropriées. Les caractéristiques de la poudre non-fusionnée sont néanmoins susceptibles d'être altérées de manière chimique, thermique ou mécanique lors du procédé SLM de manière plus ou moins importante suivant les paramètres de fabrication (puissance du laser, surface et vitesse de lasage, etc.) et suivant le nombre de réutilisation.

Ce projet veut adresser cette problématique en établissant d'abord les caractéristiques de la poudre qui sont susceptibles de changer durant la fabrication et le tamisage (granulométrie, composition chimique ou autres) et en créant des paramètres référentiels permettant une comparaison des résultats entre les machines SLM de fabricants différents qui possèdent des caractéristiques opérationnelles distinctes (taille de cavité, circulation de gaz, etc.). Sur ces bases sera effectuée une quantification de l'ampleur des altérations chimiques, thermiques et mécaniques de la poudre selon les paramètres de fabrication. Une autre partie des activités expérimentales sera consacrée à évaluer l'impact du recyclage de la poudre sur les performances mécaniques des pièces fabriquées. Le volet expérimental servira de base et d'outil de validation au développement d'un modèle mathématique/numérique de décision en «temps réel» quant à l'utilisation ou non d'une poudre recyclée en fonction de son historique et de l'impact sur les propriétés mécaniques des pièces produites.

Ce projet de recherche appliquée sera exécuté en collaboration avec Thalès 3D Maroc installée à Casablanca et aura des débouchés immédiatement exploitables pour le Maroc. L'usine Thalès 3D Maroc opérera une douzaine de machine SLM pour desservir les besoins mondiaux du Groupe Thalès en pièces produites par Fabrication Additive. Les poudres utilisées en SLM valant jusqu'à 250 €/kg, les coûts associés à leur retrait inutile du procédé de fabrication ont un impact significatif sur la viabilité financière du procédé SLM utilisé commercialement. Le développement de cet outil d'aide à la décision se traduira par des avantages économiques pour les entreprises qui l'emploieront, Thales 3D Maroc en premier lieu, mais aussi toute autre compagnie œuvrant dans le domaine de la fabrication additive souhaitant s'implanter au Maroc. Un accompagnement sera offert par l'UEMF à ces compagnies, tant au niveau de la recherche que de la formation du personnel, à travers les compétences dans le domaine de la fabrication additive déjà existantes à l'UEMF et celles qui seront formées par ce projet.

### Effect of recycling AlSi7Mg0.6 powder on parts manufactured by SLM (Selective Laser Melting)

**VAUDREUIL Sébastien**

*Université Euro-Méditerranéenne de Fès*

AlSi7Mg0.6 aluminium is widely used in the aerospace and space industries for its excellent mechanical properties and corrosion resistance. While this aluminum alloy is generally shaped by conventional methods such as machining or casting, it can now be shaped by the Selective Laser Melting Additive Manufacturing (SLM). This process uses a high power laser to perform the localized melting of a metal powder, yielding parts of complex geometry directly from a digital model.

Thanks to its mode of operation, the SLM process allows the efficient use of raw materials because of the possibility of recycling the unfused powder. It is therefore important to ensure consistency in the quality of the powder used as raw material in order to obtain parts having the proper mechanical performance. The characteristics of the unfused powder are nevertheless likely to be altered chemically, thermally or mechanically during the SLM process to a greater or lesser extent depending on the manufacturing parameters (laser power, surface area and speed of Lasing, etc.) and according to the number of reuse.

This project aims to address this problem by first establishing the characteristics of the powder that are likely to change during manufacturing and sieving (granulometry, chemical composition or others) and by creating reference parameters allowing a comparison of the results between SLM machines of different manufacturers who possess distinct operating characteristics (cavity size, gas circulation, etc.). On this basis will be carried out a quantification of the extent of the chemical, thermal and mechanical alterations of the powder according to the manufacturing parameters. Another part of the experimental activities will be devoted to evaluating the impact of powder recycling on the mechanical performance of the manufactured parts. The experimental component of this project will serve as basis and validation tool for the development of a mathematical / numerical model of «real-time» decision on the use or not of a recycled powder according to its history and the impact on the mechanical properties of the parts produced.

This applied research project will be carried out in collaboration with Thalès 3D Maroc located in Casablanca and will have immediately exploitable outcomes for Morocco. The Thalès 3D Maroc plant will operate a dozen SLM machines to serve the global needs of the Thalès Group in components produced by Additive Manufacturing. As powders used in SLM can cost up to 250 €/kg, the expenses associated with their unnecessary removal from the manufacturing process can have a significant impact on the financial viability of the SLM process used commercially. The development of this decision-making tool will be translated into economic benefits for the companies that will use it, Thales 3D Maroc in the first place, plus any other company in the field of additive manufacturing wishing to set up in Morocco. Support will be offered by the UEMF to these companies, both in terms of research and staff training, through the skills in the field of additive manufacturing already existing at the UEMF and those that will be formed by this project.

## Sciences des matériaux Materials Sciences

### Utilisation de la coque de noix d'arganier à l'échelle nanométrique pour le développement de Bio-nanocomposites à base de matrice thermoplastique

**BENSALAH Mohammed-Ouadi**

*Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat*

L'objectif de ce projet est le développement de matériaux bio-nanocomposites renforcés par des coques de noix d'arganier et de la cellulose nanocristalline extraite des coques de noix d'arganier. Les matériaux, ainsi développés, auront des propriétés structurales, morphologiques, mécaniques, thermiques et rhéologiques améliorées. Le développement de bio-nanocomposites sera réalisé par l'utilisation de procédés standards de transformation des matières plastiques (voie solution couplée à l'extrusion et l'injection) ce qui permettra la possibilité du passage du cadre de recherche appliquée au cadre industriel de plasturgie. D'autant plus, le présent projet consiste en la valorisation des coques de noix d'arganier constituant un déchet abondant après l'extraction d'huile d'arganier, et ce par son utilisation (à l'échelle nanométrique) comme renfort dans des matrices polymères, donnant naissance à des bio-nanocomposites.

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la recherche appliquée visant la contribution au développement durable, et ce par la création d'une activité qui peut avoir un impact socio-économique, et par le développement de matériaux respectueux de l'environnement.

### Use of the nanoscale argan nut shell for the development of Bio-nanocomposites based on thermoplastic matrix

**BENSALAH Mohammed-Ouadi**

*Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat*

The objective of this project is the development of bio-nanocomposite materials reinforced by Argan Nuts shells and cellulose nanocrystalline (CNC) extracted from the Argan nuts shells. The developed materials will have improved structural, morphological, mechanical, thermal and rheological properties. The development of bio-nanocomposites will be achieved by the use of standard plastics processing (solution path coupled with extrusion and injection process), which will allow the possibility of switching from the applied research at laboratory scale to the industrial plastics applications. Moreover, the present project consists of Argan Nuts Shells valorization since it is an abundant waste resulting from Argan oil extraction and this by its use (nanometric scale) as reinforcement in Polymer matrix, giving rise to bio-nanocomposites.

This project is part of applied research aimed at contributing to sustainable development through the creation of an activity that can have a socio-economic impact and the development of environmentally friendly materials.

## Sciences du climat Climate Sciences

### Effets du réchauffement climatique sur le paysage désertique de l'Est et du Sud marocain (Merzouga, Dakhla). Analyse des données bioclimatiques, naturelles et anthropiques et modélisation de l'érosion éolienne

**LAHRACH Abderrahim**

*Faculté des Sciences et Techniques,  
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès*

### Effects of global warming on the desert landscape of eastern and southern Morocco (Merzouga, Dakhla). Analysis of bioclimatic, natural and anthropic data and modeling of wind erosion

**LAHRACH Abderrahim**

*Faculté des Sciences et Techniques,  
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès*

Le sujet de l'érosion éolienne et par conséquent celui du risque d'ensablement fait l'objet de préoccupations de plusieurs pays à travers le monde. A l'Est et au Sud du Maroc, où le climat est aride et semi-aride, l'ensablement est un problème qui s'aggrave chaque jour un peu plus. L'action du vent entraîne des effets graves. Elle favorise la mobilisation du sable et son accumulation sur les terres agricoles, les voies de communication et autres infrastructures humaines. Les retombées de ce phénomène, au plan socio-économique sont lourdes. Elles se traduisent généralement par une baisse de la production agricole, l'exode rural, la migration...

Les travaux récents à l'échelle globale montrent que la montagne du Haut Atlas constitue la limite septentrionale du désert du Sahara. Elle fait obstacle aux vents du sud et oriente la direction de transport des sables et poussières vers l'ouest. Ces derniers atteignent les côtes américaines. La chaîne du Moyen Atlas bloque les tempêtes de poussière et de sable soufflant de l'Est. Ainsi de grandes quantités de sable parcourent la mer Méditerranée.

Cette étude essaye de répondre à plusieurs questions posées par des chercheurs nationaux et étrangers relatives à l'impact du réchauffement climatique sur l'environnement désertique au Maroc. Elle se focalise sur deux secteurs : Merzouga au sud du Haut-Atlas et Dakhla dans les provinces du sud Marocain. Elle a pour but l'étude de la morphologie et la morpho-dynamique dunaire, l'estimation dans le temps et dans l'espace des superficies désertifiées, le calcul des vitesses et direction de remise en mouvement des dunes et la quantification de l'érosion hydrique. Elle sera traitée sur une durée de 40 années de données spatiales (données hyper-spectrales et radar, photographies aériennes) et de mesures sur le terrain (géologie, données climatiques, occupation du sol...). Enfin, cette étude fournira aux décideurs en matière d'aménagement des outils d'aide à la gestion urbaine opérationnels et aux scientifiques un moyen pour suivre le phénomène du réchauffement climatique à l'échelle locale, régionale et globale.

Wind erosion and consequently the risk of silting is the concern of several countries around the world. In eastern and southern Morocco, where the climate is arid and semi-arid, silting is a problem that gets worse every day. Wind action causes serious effects. It promotes the mobilization of sand and its accumulation on farmland, communication routes and other human infrastructure. The socio-economic consequences of this phenomenon are heavy. They generally result in a decline in agricultural production, rural exodus, migration...

Recent works at the global level show that the mountain of the High Atlas is the northern limit of the Sahara desert. It hinders the winds from the south and directs the direction of transport of the sand and dust towards the west. The latter reach the American coast. The Middle Atlas chain blocks storms of dust and sand blowing from the East. Thus large quantities of sand run through the Mediterranean Sea.

This study tries to answer several questions asked by national and foreign researchers on the impact of global warming on the desert environment in Morocco. It focuses on two sectors: Merzouga in the south of the High Atlas and Dakhla in the southern Moroccan provinces. Its purpose is to study the dune morphology and morpho-dynamics, to estimate in time and space the desertified areas, to calculate the velocities and direction of dune restoration and to quantify the Water erosion. It will be treated over a period of 40 years of spatial remote sensing data (hyper-spectral and radar data, aerial photographs) and field measurements (geology, climate data, land use...). Finally, this study will provide to management decision-makers some operational urban management tools and to scientists, a way to monitor global warming at local, regional and global levels.

## Sciences du climat Climate Sciences

### **CHangement et vaRlabilitéS cliMATiques passés et actuels au Maroc: forçages, réponses, impacts et rétroactions - Bases pour la proposition de solutions d'adaptations «CHARISMA»**

**BOUCHAOU Lhoussaine**

*Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir*

Ce projet vise à consolider un réseau national travaillant sur les changements climatiques et leurs impacts. Il sera basé sur une approche inter et multidisciplinaire sur le climat, sa variabilité dans le passé, le présent et ses impacts au Maroc. Il permettra de faire progresser de manière significative la compréhension de la variabilité climatique à différentes échelles de temps (interannuelles, décennales, multi-décennales à millénaires) et les mécanismes climatiques associés au Maroc. Ces avancées scientifiques permettront de proposer des solutions d'adaptations au changement climatique en se basant sur une stratégie partagée entre les scientifiques et les décideurs. Dans le cadre de ce projet, nous proposons: (i) d'étudier les impacts du changement climatique sur le cycle hydrologique à partir des scénarios de modélisation climatique des écosystèmes continentaux (évolution de la végétation et de l'érosion), des changements des écosystèmes marins côtiers à partir des scénarios de modélisation climatique du système côtier (programme : Climate Model Intercomparison Project «CMIP5»).

Une synthèse de données paléoclimatiques existantes sera faite pour adopter une bonne stratégie de choix de sites d'études et d'acquisition de nouvelles données, (ii) de reconstruire la variabilité climatique et les changements environnementaux associés aux échelles interannuelles à décennales sur les deux derniers millénaires à partir de sédiments marins, sédiments lacustres et des spéléothèmes. La calibration des marqueurs environnementaux et climatiques sera réalisée en comparaison avec les données instrumentales (Ex : précipitation, température, salinité). Cette calibration devrait contribuer à : (i) reconstruire les changements climatiques passés avec une haute résolution temporelle, (ii) comprendre les mécanismes qui contrôlent la variabilité et les changements climatiques et leurs impacts sur les écosystèmes terrestres, côtiers et océaniques.

La stratégie du projet sera basée sur une approche donnée-modèle, qui est principalement utilisée dans les programmes d'interconnexion et de validation du GIEC (CMIP5). Considérant que les deux mille dernières années ont été sélectionnées par le GIEC comme période clef pour le programme d'interconnexion entre données et modèles, le projet CHARISMA adoptera la même stratégie en se concentrant également sur la reconstruction climatique

### **Past and Current Climatic Change and Variability in Morocco: forcing, responses, impacts and feedback - Basis for proposing adaptation solutions «CHARISMA»**

**BOUCHAOU Lhoussaine**

*Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir*

The principal objective of the proposed project is to consolidate a national and international climate change and impacts Network through an interdisciplinary program on Past and Present Climate change and variability of Morocco: Forcing, Responses, Feedback and Impacts - Basis for adaptations. The main goal of CHARISMA project is to significantly improve our understanding of Moroccan climate variability at different time scales, from the inter-annual, decadal, multidecadal to millennium timescale and climate mechanisms involved in response to internal and external forcings and associated feedbacks in order to propose solutions to climate change adaptations. Within this project we propose to study the impacts of changes of hydrological cycle on continental ecosystems (changes in vegetation and erosion), coastal and marine ecosystems based on IPCC (CMIP5 program) climate modelling scenarios. Through this project we intend to build a synthesis of existing paleoclimate data and acquire new paleoclimate data from key sites.

The climate variability and associated environmental changes at interannual to decadal timescales, when it's possible, with emphasis on the last two millennia, will be reconstructed from marine and lacustrine sediments and speleothems. The calibration of paleoclimate proxies will be held based on the comparison with instrumental data (Ex: precipitation, temperature, salinity) and results of recent to sub-recent climate reconstructions. This calibration should contribute to: i) reconstruct past climate change with higher temporal resolution and high precision in magnitude changes, ii) assess the mechanisms that control variability and climate changes and their impacts on terrestrial ecosystems.

The project strategy will be based on paleodata/modeling comparison approach, which is mainly used in IPCC (CMIP5) inter-comparison and validation programs. Considering that the last 2000 years were selected by the IPCC as key period for inter-comparison program between data and models, CHARISMA project will adopt the same strategy focusing also on the past climate reconstruction covering this period increasing data acquisition of the key zones during this period, which will certainly help to improve Moroccan output data models and facilitates

passée couvrant cette période, en augmentant l'acquisition de données des zones clés aux échelles régionales et locales. Ceci contribuera certainement à valider et à améliorer les sorties de modèles, étape principale pour la compréhension des mécanismes climatiques régionaux et mondiaux et des forçages climatiques associés. Par ailleurs, ce projet permettrait de mieux comprendre les modes et les modèles de variabilité climatique des intervalles de temps sélectionnés et les différentes réponses de rétroaction à toute la gamme des forçages externes et internes agissant sur le climat du système terrestre.

Les résultats de ce projet seront mis à la disposition de la communauté scientifique par leurs valorisations sous forme de publications scientifiques et de communications dans les congrès internationaux ainsi qu'à travers une base de données qui sera mise à la disposition des chercheurs. Des solutions d'adaptation seront élaborées, à partir des résultats acquis et seront proposées aux décideurs pour une gestion continue et efficace en fonction des problèmes d'impacts spécifiques régionaux. Un effort important sera réalisé envers les associations locales pour une prise de conscience des impacts aux changements climatiques et une proposition de solutions adaptées aux conditions locales de la gestion des ressources.

North South inter-hemispheric comparisons of the regional and global climate mechanisms and forcing. Moreover, efforts to deeply understand the modes and patterns of climate variability of selected time intervals should contribute significantly to advance the variability of lower frequency (of what?), and the different feedbacks and processes that Control external and internal forcing which influence the Earth's climate system.

CHARISMA project will be an integrated platform collecting efforts of many researchers from different Moroccan, Latino American, French, German, Chinese and American institutions and universities as well as experts of IPCC climate modeling involved and interested by present and past climate and variability changes. The support of climate change present and past Moroccan Research Network will contribute to the consolidation of the past climate changes scientific thematic research within the (MPCC) project and international projects such as the IPCC and PAGES. The objective is to propose climate change scenarios recorded in the past in order to evaluate environmental impacts and adaptation processes in response to climate change in Morocco. Special effort will be given to Southern and Northwestern Moroccan regions. The more solid understanding of climate/ecosystem interaction and interplay should support scientists, policy and decision makers in private companies for plans and strategy development in regards to global climate change, based on IPCC scenarios. The challenge is to support decision-making regarding the adaptation of the society to climate change in the short and long term. The results of regional and local model simulations of precipitation distribution patterns will play a key role in improving the planning and management of current and future hydrological variability, as well as planning of waterways in large Moroccan rivers systems and water resources. Structural and non-structural decision, legislation, conservation programs and projects could be implemented in other countries, based on scientific research results in hydrology and biological resources of African countries principally Sahel. The results of this project will be made available to the scientific community through scientific publications as well as presentations at international scientific meetings. Adaptation management solutions will be developed based on the results obtained and will be proposed to decision-makers for continuous and efficient management based on regional specific impact problems. A major effort will be made towards local nongovernmental organizations to raise awareness of impacts to climate change and propose solutions adapted to local conditions of resource management.

## Sciences du climat Climate Sciences

### Gestion conservatoire des eaux et des sols pour un développement agricole durable dans un contexte de changement climatique dans la région Nord du Maroc

**CHIKHAOUI Mohamed**

*Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat*

L'objectif général du projet est la mise en place d'un observatoire sur la gestion conservatoire des ressources eaux et sols (GCES) dans la Région Nord du Maroc. Le projet mettra en œuvre une démarche de compréhension et d'analyses des processus de dégradation des sols et d'évaluation de l'efficacité des techniques de GCES dans un contexte du changement climatique. Le secteur agricole, principal levier de développement, étant assujéti aux aléas climatiques, le projet éclairera le choix de mesures d'adaptation au changement climatique innovantes en matière de gestion de l'eau (collecte des eaux pluviales), des sols (couverture et travail des sols) et des cultures. Le potentiel productif de la région sera amélioré par l'initiation de nouvelles cultures adaptées de légumineuses, plantes aromatiques et médicinales (PAM) et agroforestières. L'intégration d'informations climatiques dans la planification du secteur agricole permettrait de mieux gérer les risques, de saisir les opportunités qui se présentent et d'améliorer la gestion agroenvironnementale à l'échelle de la Région Nord.

Pour atteindre cet objectif, la prise de décision dans le secteur agricole a besoin d'un système d'informations spatialisées (SIG-Nord) adaptées sur le climat, les ressources naturelles (eau, sol) et leur gestion pour mieux comprendre et prévenir les impacts du climat actuel et futur sur les cultures (développement, productivité, rentabilité) pour une meilleure adaptation. Les meilleures approches et technologies de gestion des ressources par zone agroécologique seront renseignées et constitueront un référentiel technique agro-économique d'interventions. Ceci constituera la mission essentielle de l'observatoire des ressources naturelles dans la Région Nord (ORN-Nord).

Un dispositif expérimental à l'échelle de la parcelle permettra de tester et évaluer l'efficacité biophysique et socioéconomique de technologies et cultures alternatives et collecte des eaux pluviales. Un ensemble d'indices agro-pédo-climatiques sera déterminé pour les dernières décennies (passé récent) et suivi dans l'actuel. Une analyse prospective permettra d'évaluer leur changement dans le futur à l'horizon 2070-2100.

La fonction principale des ouvrages coûteux (barrages) est l'approvisionnement durable en eau potable, d'irrigation et la production de l'électricité dans cette zone en plein

### Conservative management of water and soil for sustainable agricultural development in a context of climate change in the northern part of Morocco

**CHIKHAOUI Mohamed**

*Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat*

The main objective of this project is the implementation of an observatory of conservation management of soil and water resources (CMSW) in the northern part of Morocco. The project will implement an approach that apprehends and analyzes soil degradation processes and evaluates the efficiency of CMSW techniques. Given that the agricultural sector, the principal lever for development is subjected to climatic risks, the approach will explain the choice of innovative adaptation measures to cope with climate change, in terms of water management (rainwater harvesting), soil management (cover crops and conservation tillage) and crop management. The potential productivity of the region will be improved throughout the introduction of appropriate crops such as legumes, aromatic and medicinal plants (AMP) and agroforestry. The integration of climatic data in the planning of agricultural sector will enhance the management of risks, seize existing opportunities and boost up agri-environmental management at the scale of the farm and the hydraulic basin.

To achieve this goal, the decision-making in the agricultural sector requires a spatialized information system (SIG-Nord) in the form of book maps adapted to climate and natural resources (water and soil) that will allow for better understanding and preventing the impacts of current and future climate on crops (development, productivity, profitability). The best approaches and technologies for managing resources by agro-ecologic zone will be documented to provide a referential of agro-economic management techniques. This will constitute the main mission of the observatory of natural resources (ORN-Nord) in the northern part of Morocco.

An experimental design at the field scale will allow to test and evaluate the biophysics and socioeconomic efficiency of alternative crops and technologies: cover crops, agroforestry, quinoa, sorghum, and conservation tillage and rainwater harvest. A set of agro-pedo-climatic indices will be defined for the past decades (recent past) and be followed for the current one. A prospective analysis will enable to evaluate their change in the future by 2070-2100.

The follow-up of these indices will provide the means to understand the processes of runoff initiation, erosion, and the transport of sediments and the silting of dams.

essor socioéconomique (industrialisation et urbanisation). La gestion actuelle de ces barrages est adaptée au climat actuel jusqu'à 2030. Il convient d'étudier si cette gestion restera appropriée jusqu'à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (2070-2100) dans un contexte de changement climatique.

L'évaluation de l'impact des effets combinés du changement climatique et de l'occupation des terres sur l'érosion des sols et les ressources hydriques sera faite par le modèle SWAT après sa calibration et validation. Une analyse économique sera réalisée afin de permettre de choisir les meilleures mesures d'adaptation et de déterminer le moment opportun pour leur mise en œuvre.

L'équipe nationale qui s'engage à réaliser ce projet regroupe des enseignants et des chercheurs de plusieurs disciplines et institutions. Leur point commun est la compréhension des processus d'érosion à différentes échelles et la gestion durable et intégrée des ressources en eau et en sol au Maroc. Fortement ancrée dans l'enseignement et la recherche, l'équipe formera des étudiants par leur implication dans les différentes étapes de réalisation de ce projet.

Un partenariat avec des équipes internationales de chercheurs (Université McGill et Consortium Ouranos) permettra à l'équipe nationale de profiter de leur expérience et d'assurer un transfert de technologie et surtout former une révéler scientifique marocaine.

Un partenariat avec les opérateurs professionnels régionaux et locaux (Région, DRA, ONCA, ABHL) permettra, d'une part, de faire durer et développer l'observatoire ORN-Nord et, d'autre part, d'assurer le transfert des résultats pratiques obtenus en termes d'adaptation au CC, d'amélioration de la productivité des terres, d'innovations technologiques culturelles et gestion durable des ressources hydriques et sols auprès des bénéficiaires.

The principal utility of these expensive groundworks (dams) is the sustainable supply of drinking water, irrigation and production of electricity in this region of extensive socio-economic growth (industrialization and urbanization). The current management of dams is adapted to the present climate up to 2030. Thus, it is worthwhile to study whether this management way will remain appropriate until the end of the 21<sup>st</sup> century (2070-2100) in a context of climate change.

The evaluation of the impact of the combined effects of climate change and land use on soil erosion and water resources will be achieved using SWAT model, following its calibration and validation based on data collected over the past and recent periods. Statistical techniques of spatial downscaling the information of global climate models will be considered to predict climatic data.

The Moroccan team carrying this project brings together professors and researchers of a number of disciplines and institutions. Their common focus is the understanding of soil erosion processes on various scales and the sustainable and integrated management of soil and water resources in Morocco. Strongly devoted to teaching and research, the team will train students through their implication in various phases of the execution of the project.

A partnership with researchers from McGill University and Ouranos will help to create a platform for exchanging experiences, transferring technology and capacity building.

A partnership with the local stakeholders (Region, DRA, ONCA, ABHL, etc.) will allow, on one side, to develop the observatory ORN-Nord and, on the other side, to guarantee the transfer of results achieved in terms of adaptation to CC, improvement of land productivity, cropping innovative technologies and sustainable management of water and soil resources.

