

## RAPPORT MORAL DE L'ASSEMBLEE GENERALE DE L'ANAFIDE

Marrakech 10 Novembre 2009

Exercice du 26 Mai 2007 – 10 Novembre 2009

### 1. INTRODUCTION

Je suis heureux que cette assemblée générale coïncide avec l'année de célébration du 40<sup>ème</sup> anniversaire de l'ANAFIDE. Avant l'élection du nouveau bureau de notre Association, j'ai l'honneur de vous présenter le rapport moral qui relate le bilan des activités de notre Association de ces deux dernières années. Il y aura également, juste après, la présentation de la situation comptable par le trésorier. Je voudrai préciser que cette occasion est un moment propice pour des échanges constructifs entre les adhérents.

Ceux qui le souhaitent peuvent ainsi suivre dans le détail les activités de notre Association sur le rapport moral exhaustif qui leur a été distribué. Tous les commentaires sont les bienvenus et je vous encourage vivement à nous faire part de vos remarques ou de vos interrogations. En effet, chaque Assemblée Générale doit avant tout nous permettre de faire le point, à la fois sur nos actions, mais aussi de prendre un peu de recul pour juger les résultats de nos activités.

Je voudrais saisir cette opportunité pour rendre hommage à MM. le Directeur Régional de l'Agriculture de Marrakech-Tensift -Al Haouz, le Directeur Provincial de l'Agriculture de Marrakech et le Directeur de l'Agence Hydraulique du Bassin de Tensif et leur exprimer ainsi qu'à leurs collaborateurs nos vifs remerciements pour les efforts qu'ils ont déployés pour la réussite de cette manifestation.

Mes vifs remerciements vont également à MM. Le Directeur Général de la RADEEMA, et Mme la Directrice Régionale de l'ONEP de Marrakech ainsi qu'à tous leurs collaborateurs pour leur contribution à la réussite de l'organisation de cette manifestation, en nous permettant de visiter leurs installations.

Je tiens également à remercier vivement toutes les sociétés et les institutions pour leur contribution financière à l'organisation de cette rencontre.

Mes vifs remerciements vont à Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime ainsi qu'à Monsieur le Secrétaire d'Etat à l'Eau et à l'Environnement d'avoir accepté d'organiser la Conférence Inter Régionale Enviro Water sous leur patronage. Je n'oublierai pas de remercier Monsieur le Secrétaire Général du Département de l'Agriculture et Monsieur le Directeur de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole qui ont toujours appuyé et aidé l'ANAFIDE.

Avec cette assemblée générale, l'ANAFIDE renoue une fois de plus le contact avec ses adhérents et aborde

l'avenir tout en étant :

- forte d'une activité soutenue, pendant 4 décennies, malgré ses moyens limités ;
- fière d'un palmarès riche en activités nationales et internationales ;
- dotée d'une ferme volonté de contribuer, en tant qu'ONG et association d'utilité publique, au débat national autour des principaux défis à relever en vue d'un développement rural et agricole durable.

Depuis la tenue de sa dernière assemblée générale, l'ANAFIDE a entrepris de nombreuses activités et accompli des tâches diverses, tant au niveau national qu'international. Dans ce qui suit, je vais essayer de vous présenter le rapport moral, selon le sommaire suivant, le Bureau reste à votre disposition pour tout éclaircissement ou détail que vous souhaitez :

- Activités au niveau national ;
- Activités au niveau international ;
- Actions de partenariat ;
- Communications et publications ;
- Fonds documentaire et Site WEB ;
- Mission d'évaluation de la FAO ;
- Conclusion.

### 2. ACTIVITES AU NIVEAU NATIONAL

Une évaluation des activités de l'ANAFIDE a été faite par le Secrétaire Général et les membres du Bureau, qui ont établi un programme d'activités, sur la base des idées émises par l'ensemble des membres du Bureau. Ces activités ont été réalisées par les six Comités Techniques de l'ANAFIDE :

- Comité technique "Environnement"
- Comité technique "Entreprises"
- Comité technique "Gestion des Systèmes d'Irrigation"
- Comité technique "Infrastructure et Développement Rural"
- Comité "Communication/Presse"
- Comité technique "Réflexion Stratégique".

Plusieurs activités importantes ont été organisées. Ces manifestations ont connu une participation massive et un grand succès.

Je saisis cette occasion pour adresser mes remerciements aux responsables de ces comités, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont contribué à l'organisation de ces manifestations, pour leur

implication et les efforts qu'ils ont fournis pour leur réussite.

L'exercice mai 2007-novembre 2009 a été marqué par la coïncidence de l'année 2009 avec le 40<sup>ème</sup> anniversaire de la création de l'ANAFIDE, qui constitue une occasion pour rappeler l'engagement volontariste et sans rupture de l'association pour accompagner le pays dans les efforts considérables qu'il a déployés durant ces quatre décennies pour le développement rural, la mobilisation des ressources en eau et le développement de l'irrigation sur plus d'un million d'hectares.

#### Manifestations organisées à l'occasion du 40<sup>ème</sup> anniversaire

A l'occasion de son 40<sup>ème</sup> anniversaire l'ANAFIDE a organisé un certain nombre d'activités à caractère scientifique et culturel.

D'abord, une table ronde sur le thème "Problèmes de l'eau en région méditerranéenne, situations et perspectives", animé par un éminent hydrologue Mr Jean Margat, vice président du Plan Bleu et conseiller du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Lors de cette rencontre on a discuté de la situation des ressources en eau naturelles (internes ou externes) par habitant (1995-1999) dans les bassins des régions hydrographiques du bassin méditerranéen, des ressources naturelles renouvelables et ressources en eau exploitables par habitant dans tous les pays méditerranéens, des demandes en eau actuelles de ces pays, de l'évolution des superficies irriguées au cours du XX siècle. Le débat a porté également sur les projections tendanciennes des demandes en eau et des modes d'approvisionnement accordés aux plans nationaux, la gestion des demandes et économie d'eau maximale et la modération des pressions sur les ressources en eau.

Une autre table ronde a été organisée sur le "futur de l'irrigation" pour débattre de l'avenir de ce secteur fort important pour tout pays en voie de développement. Comment nourrir le monde est une question qui se pose aujourd'hui avec acuité. La pression sur les ressources en eau augmente d'une façon inquiétante qui exacerbe la concurrence entre les différents usages. L'eau d'irrigation est de plus en plus transférée à d'autres usages plus compétitifs. La situation est aggravée par les dégradations poussées de la qualité de l'eau et des écosystèmes. Dans ce contexte, le défi commun est celui de mobiliser les investissements nécessaires pour augmenter l'offre en eau pour l'irrigation. Il est aussi celui d'améliorer les performances des systèmes d'irrigation existants. Le défi est enfin celui d'augmenter la productivité de l'eau par mètre cube et par unité de terre à travers l'adoption des meilleures pratiques sur les plans techniques, institutionnels et managériaux.

En plus de la participation de hauts responsables marocains, la rencontre a été rehaussée par la présence

effective du Pr. Chandra Madramootoo, Président de la CIID et du Dr. W. Bastiaanssen, Directeur de Waterwatch (Pays-Bas) qui a animé une intervention sur les avancées technologiques et le management de l'irrigation.

Egalement, l'ANAFIDE a organisé, le long de l'année 2009, des visites techniques en faveur de ses adhérents :

Sous la coordination du comité «Environnement», la première visite a été faite à l'usine AMITECH MAROC, fruit d'un partenariat entre NAREVA Holding (filiale du groupe ONA) et le groupe AMIANTIT international, et qui a démarré la fabrication d'un nouveau produit, consistant en des tuyaux et accessoires en PRV, de diamètre allant de 300 à 3000 mm. Ces tuyaux, en raison des caractéristiques hydrauliques et mécaniques qu'ils offrent, constitueront un matériau d'avenir, pour les chantiers d'assainissement, d'eau potable et d'irrigation (le projet d'équipement du périmètre d'El Guerdane est en train d'être réalisé en intégralité avec ce matériau).

Le comité technique « Entreprises » de l'ANAFIDE a organisé une deuxième visite technique à la Société Plastima (Groupe SEKKAT) qui a lancé en 2008, la fabrication et la commercialisation d'un nouveau tube en PEHD à double paroi, destiné à la réalisation de réseaux d'assainissement enterrés d'effluents urbains industriels par écoulement gravitaire.

Ces visites, fortes intéressantes, ont permis aux participants de connaître les procédés de fabrication de ces tuyaux de découvrir les avantages que ces nouveaux produits offrent par rapport aux solutions traditionnelles ainsi que les perspectives de leur développement.

Ces visites ont profité à un public composé de:

- Membres du bureau ;
- Services du Département de l'Agriculture (AGR, ORMVA, etc.).
- Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement ;
- ONEP (Direction Générale et Directions Techniques);
- Agences de Bassins Hydrauliques (9) ;
- La DRPE ;
- Les Régies de distribution d'eau ; la REDAL, AMENDIS et la LYDEC ;
- Bureaux d'études ;
- Entreprises de Travaux.

Comme elle a toujours accordé l'importance qu'elle mérite à la coopération régionale et internationale autour des thématiques de l'eau et de l'environnement, l'ANAFIDE a clôturé cet exercice par l'organisation au début de cette semaine de la 12<sup>ème</sup> conférence Enviro-Water. Cette importante rencontre internationale, organisée en collaboration avec la Commission Internationale du Génie Rural et l'Institut International

de l'Eau et de l'Environnement, siège de l'Association Régionale de l'Irrigation et du Drainage pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre, vise à apporter la contribution du comité national marocain de la CIGR à la série de conférences internationales sur l'eau et l'environnement et qui ont déjà eu lieu dans les pays suivants : Portugal, Suisse, Hongrie, Brésil, Burkina Faso, Espagne, Chine, USA, Pays-Bas, Inde et Brésil.

La séance d'ouverture de cette conférence, à laquelle ont participé 160 personnes, a été marquée par les interventions de Mr Bekkali, Président de l'ANAFIDE, de Mr El Harras, Directeur Régional de l'Agriculture de Tensift- Al Haouz (en remplacement de Mr Marghi), Prof Soren (Danemark), Président de la CIGR, Mr Mori, Représentant de la Délégation de la Commission Européenne au Maroc, Mr El Bouari, Président de l'Amicale des Ingénieurs du Génie Rural.

A la fin de la séance, un vibrant hommage a été rendu par les participants à Mr Bekkali pour les efforts louables et l'œuvre remarquable qu'il a accomplis depuis la création de l'ANAFIDE, il y a 40 ans.

La conférence a permis de débattre de quatre thèmes de grande importance, il s'agit de :

- ⇒ gestion de la rareté de l'eau ;
- ⇒ aspects quantitatif et qualitatif de l'eau ;
- ⇒ aspects socio économiques de la gestion de l'eau,
- ⇒ gestion et planification des usages multifonctionnels de l'eau et du territoire.

Ladite manifestation a connu un grand succès et les recommandations préconisées seront publiées dans le prochain numéro spécial de la revue HTE.

Il est prévu également à la fin de cet événement des visites techniques concernant les domaines de gestion hydro-agricole, de l'eau potable et de traitement des eaux épurées :

1. visite du conseil d'administration régional d'agriculture, gestion des régions irriguées à Haouz et Tessaout, le suivi de l'impact de l'irrigation, visites des grands projets d'irrigation traditionnelle et moderne, visite des fermes utilisant les techniques modernes d'irrigation pour les productions horticoles et fruitières.
2. visite de l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift, gestion des ressources d'eau, visite de la station du traitement d'eau potable dirigé par l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), traitement de nouvelles eaux usées, la demande croissante de la ville en eau potable, la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation du golf. Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech (RADEEMA),

### 3. ACTIVITES AU NIVEAU INTERNATIONAL

Mr El Houssine BARTALI, Vice président de l'ANAFIDE a participé aux travaux de la 11ème conférence Inter régionale Enviro Water, organisé en marge de la conférence internationale du Génie Rural, à Igaussu au Brésil du 31 août au 04 septembre 2008. Cette participation rentre dans le cadre de la préparation de la 12ème conférence Enviro-Water qui s'est tenue à Marrakech du 09 au 10 novembre 2009 et sera suivie par des visites techniques le 11 novembre.

La participation de l'ANAFIDE à cette rencontre était également une occasion pour renforcer les liens de coopération entre l'ANAFIDE et l'Association Brésilienne du Génie Rural, dans les domaines qui intéressent les deux parties.

### 4. ACTIONS DE PARTENARIAT

**Ces actions sont la conséquence de l'activité du Comité technique " Réflexion stratégique".**

#### 4.1. Projet "Centre Virtuel de l'Eau Agricole" / CISeau

Il s'agit d'une convention que l'ANAFIDE, en tant que Comité National de la CIID, a signée en Septembre 2005 avec l'IPTRID-FAO pour la réalisation d'un Centre Virtuel de l'Eau Agricole.

Le Centre Virtuel de l'Eau Agricole CISeau est une base de connaissances sur l'irrigation et son environnement dans les pays de l'Afrique du Nord et ceux de l'Afrique de l'Ouest. Il a été initié par l'IPTRID/FAO et grâce à un financement du Ministère des Affaires Étrangères Français.

Le centre vise l'utilisation des nouvelles technologies de l'information pour mettre à la disposition d'un large public de décideurs, de professionnels, de chercheurs, formateurs et étudiants des informations thématiques sur l'eau d'irrigation, ses usages et son impact sur son environnement. Grâce au dispositif des conférences électroniques qu'il offre, il constitue un espace de dialogue et d'échange d'expériences.

La mise en place de la plateforme CISeau a permis la réalisation en 2006 et 2008, conjointement par l'ANAFIDE, la FAO et l'IPTRID, de deux conférences électroniques. Ces conférences ont concerné deux sujets importants liés à l'utilisation de l'eau en agriculture. La première, organisée en 2006, a porté sur l'impact de l'irrigation et de l'intensification agricole sur la qualité de l'eau.

Suite au succès qu'a connu cette première conférence, la FAO-IPTRID a confié l'organisation d'une seconde conférence électronique pour traiter de l'économie d'eau en irrigation.

Cette deuxième conférence s'est déroulée du 11 février au 11 mai 2008 et était programmée en trois sessions, à savoir :

- ⇒ **Session 1** : Gestion des ressources en eau, aspects liés à l'économie d'eau.
- ⇒ **Session 2** : Gestion de l'irrigation, économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles.
- ⇒ **Session 3** : Valorisation de l'eau en agriculture.

La conférence sur l'économie d'eau en irrigation a connu un franc succès avec la participation d'un grand nombre de cadres et agriculteurs concernés par l'utilisation de l'eau en agriculture appartenant aux pays cibles sus indiqués, avec des contributions provenant de l'Europe de l'Ouest, du Moyen Orient et même de l'Asie et de l'Amérique Latine. En effet, elle a enregistré 264 participants provenant de 5 régions et 27 pays. Le tableau ci-après récapitule le nombre de participants par région :

Région	Nombre de participants	Pourcentage
Afrique	186	70
Amérique Latine	4	1
Asie	2	1
Moyen Orient	3	1
Europe de l'Ouest	57	22
Divers	12	5
<b>Total</b>	<b>264</b>	<b>100</b>

Comme pour la première conférence, l'ANAFIDE a procédé à l'évaluation des résultats de la deuxième conférence électronique dont les résultats font l'objet d'un atelier qui a été tenu en marge de la 12<sup>ème</sup> conférence Enviro Water.

#### 4.2. Contrat programme MADRPM/ANAFIDE

Quant au second projet, c'est un contrat programme signée entre le Département de l'Agriculture et l'ANAFIDE en décembre 2007, pour cinq années (2007-2011). Le montant du programme 2008 est environ de 261.707,42 Dh réparti comme suit :

- Edition de la revue H.T.E : 146.400,00 DH
- Traitement de l'information de la revue HTE et du fonds documentaire de l'ANAFIDE et acquisition de matériel : 45.000,00 DH
- Publication Info-Anafid, Affiches et dépliants : 10.000,00 DH
- Frais de gestion et de fonctionnement: 60.307,42 DH

L'AGR a financé 180.000,00 DH du montant du projet et l'ANAFIDE a participé avec 81.707,42DH.

Les objectifs de ce contrat programme sont :

- l'édition de la revue H.T.E contribuera à la collecte,

le traitement et la diffusion de l'information sur le développement rural en général et sur l'eau et l'environnement ; l'irrigation, le drainage et les aménagements fonciers en particulier en accordant la priorité aux articles nationaux concernant le Maroc;

- l'élaboration d'un fonds documentaire en procédant au traitement, à l'indexation et aux résumés synthétiques de support de l'information puis la diffusion sélective de l'information aux différents utilisateurs (enseignants, chercheurs, cadres, techniciens, etc.), selon leur profil et leur pôle d'intérêt.

## 5. COMMUNICATION ET PUBLICATIONS

### 5.1. Revue "Hommes, Terre et Eaux"

Depuis la précédente Assemblée Générale, les 7 numéros suivants de la Revue ont été édités (voir tableau ci-après) :

### 5.2. Bulletin INFO-ANAFIDE

Il s'agit d'un bulletin de liaison, qui informe les membres de l'ANAFIDE des activités du Bureau et des programmes envisagés par les Comités Techniques.

Par ailleurs, il fournit des informations sur le développement rural en général et sur les aspects de l'irrigation en particulier. A titre indicatif 7 bulletins ont été édités depuis la dernière assemblée générale.

## 6. FONDS DOCUMENTAIRE ET SITE WEB

Dans le cadre de la convention MADRPM / ANAFIDE, la prestation : traitement de l'information de la revue "Hommes, Terre et Eaux" et du fonds documentaire de l'ANAFIDE a été réalisée.

L'objectif consistait à créer un site web spécifique à l'ANAFIDE, avec extension à l'AGR permettant l'accès à l'information du fonds documentaire de l'ANAFIDE.

Les réalisations depuis la dernière assemblée générale ont concernées essentiellement le traitement de l'information de la revue "Hommes, Terre et Eaux".

A ce jour, l'intégralité du texte de tous les articles de la revue à partir du n° 101 (Mars 1996) au n° 141 (décembre 2008) sont accessibles dans le site web de l'ANAFIDE:

[www.anafide.org](http://www.anafide.org) et [www.anafide.com](http://www.anafide.com)

Par ailleurs, ce site contient d'autres rubriques, en particulier, le bulletin Info-ANAFIDE.

Dans la phase actuelle, la recherche est possible sur les articles introduits au site (environ cinq cent articles) qui correspondent aux revues des années 1996 à 2008.

Les prochaines étapes concernent :

N° de la Revue	Contenu
N° 136 Mars 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articles variés</li> <li>• Mémoires de fin d'études du CRESA (2004 / 2006)</li> </ul>
N° 137 Juin 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport moral de l'ANAFIDE (2007)</li> <li>• Communications présentées lors de l'Assemblée Générale à Fès</li> <li>• Articles variés</li> <li>• Mémoires de fin d'études du CRESA (2007)</li> </ul>
N° 138 Sept-Déc 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécial: Impacts de l'intensification agricole et de l'irrigation sur la qualité des eaux « Conférence électronique CISEAU »</li> </ul>
N° 139 Mars-Juin 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécial: « Implication de l'ouverture et de l'évolution de l'économie marocaine pour l'agriculture et pour la politique agricole du Maroc » / Séminaire organisé par l'AIAM</li> <li>• Articles variés</li> </ul>
N° 140 Septembre 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécial: Conférence électronique sur l'économie d'eau en irrigation du 11 Février au 11 Mai 2008/ Volume 1 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapports thématiques</li> <li>- Etudes de cas</li> <li>- Interventions et commentaires de la session 1 : Gestion des ressources en eau et aspects liés à l'économie de l'eau</li> </ul> </li> </ul>
N° 141 Décembre 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécial: Conférence électronique sur l'économie d'eau en irrigation du 11 Février au 11 Mai 2008/ Volume 2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion de l'irrigation et économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles</li> <li>- Valorisation de l'eau en agriculture</li> </ul> </li> </ul>
N° 142 Mars-juin 2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécial: Séminaire International sur le dessalement des eaux : Une opportunité pour les régions en pénurie d'eau ?</li> </ul>

L'introduction sur site des articles antérieurs à l'année 1996 qui, pour la plupart, ne sont pas disponibles sur support informatique. Les prestations relatives à ces prochaines étapes pourraient s'inscrire dans le cadre de futurs programmes de la convention MADRPM / ANAFIDE.

## 7. MISSION D'EVALUATION DE LA FAO

En septembre dernier l'ANAFIDE a accueilli à son siège une mission d'évaluation sur le rôle des activités de la FAO dans le domaine de l'eau. Cette mission était composée de trois experts spécialisés dans toutes les questions qui sont en rapport avec l'eau et le développement. L'objet principal de cette évaluation est de fournir aux Pays Membres et au Secrétariat de la FAO des recommandations fondées sur des données probantes et sur les enseignements tirés, concernant le rôle de la FAO et la portée de ses activités futures dans le domaine de l'eau.

L'évaluation permettra à l'Organisation de rendre compte aux États Membres et au Secrétariat, de ses résultats et de son avantage comparatif dans ce domaine

d'activité. En plus d'une ONG qui est l'ANAFIDE, la mission a fait des rencontres avec des responsables d'autres institutions (Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement et de l'Espace Agricole, Direction Générale de l'Hydraulique, l'ONEP).

La rencontre avec ces experts a été fructueuse. Monsieur le Président de l'ANAFIDE en présence de quelques membres du bureau a répondu à toutes les questions posées par les consultants de la FAO sur les relations entre cette organisation et notre association. Il a donné un aperçu sur les activités de l'ANAFIDE et le rôle qu'elle joue dans le développement du pays dans les domaines de l'eau agricole et du développement rural. Les membres du bureau ont évoqué l'importance de partenariat qui existe entre la FAO et L'ANAFIDE et la réussite de la convention signée en 2005 entre les deux parties pour la réalisation de deux projets dans le cadre du Centre Virtuel de l'Eau Agricole (CISEau). Ils ont souligné le succès qu'a connu l'organisation des deux conférences électroniques réalisées en 2006 et 2008, conjointement par l'ANAFIDE, la FAO et l'IPTRID. La première sur l'impact de l'irrigation et de l'intensification agricole sur la qualité de l'eau et la deuxième sur l'économie d'eau en irrigation.

Les représentants de l'ANAFIDE ont expliqué à la mission d'évaluation que les résultats de ces deux conférences permettent de dégager les constats suivants:

- ⇒ Les professionnels des pays du sud intervenant dans les activités liées à l'utilisation de l'eau en agriculture (gestionnaires des périmètres irrigués, cadres des administrations centrales et régionales, chercheurs, agriculteurs...) disposent de nombreux messages qu'ils désirent échanger entre eux et avec ceux des pays du nord.
- ⇒ Les thèmes pouvant faire l'objet de ces échanges sont nombreux et revêtent souvent un caractère crucial compte tenu des enjeux liés à l'alimentation des populations de ces pays et aux impératifs de préservation de l'environnement.
- ⇒ La souplesse d'intervention d'une ONG, telle que l'ANAFIDE, en fait le cadre idoine pour mener ce genre de manifestation dont le coût de mise en œuvre s'avère très avantageux au regard des bénéfices obtenus.

Au vu de ces constats, les membres de l'Association ont recommandé à la mission d'évaluation de multiplier la réalisation de conférences électroniques analogues à celles qui ont été menées par l'ANAFIDE en 2006 et 2008. Ils ont précisé que l'ANAFIDE est prête à continuer à œuvrer avec la FAO dans le cadre de ce partenariat et mettre à sa disposition son expérience et les compétences de ses membres dans le domaine de l'eau. Ils ont ajouté qu'elle est en mesure de gérer les affaires du centre CISEau, car elle dispose de toutes les conditions requises pour réussir une telle activité. De même, l'ANAFIDE souhaiterait être représentée dans les grandes manifestations organisées par la FAO dans le domaine de l'eau (Conférences, séminaires, réunions d'expert, etc).

### 8. CONCLUSION

Nous avons constaté ces dernières années la baisse du nombre des cotisations et une très faible participation des cadres marocains spécialisés dans les domaines qui nous intéressent tous aux manifestations organisées par la CIID et de la CIGR, ainsi qu'aux manifestations nationales. Le manque de disponibilité des crédits

nécessaires à cette fin ne pourrait constituer le seul prétexte.

Au vu de ce constat, je saisis l'occasion pour réitérer mon appel à tous les adhérents pour qu'ils participent efficacement aux activités de l'ANAFIDE. Je voudrais également lancer un appel à tous les anciens et aux jeunes pour rejoindre notre Association afin d'engager de nouvelles actions et faire face aux évolutions importantes qu'on constate dans ce nouveau monde plein de mutations, et de permettre d'assurer la pérennité de notre Association.

Compte tenu de l'intérêt pour notre pays de continuer à participer aux grands rendez-vous où l'on traite de sujets qui présentent un intérêt certain pour les cadres marocains, j'interpelle les responsables des Institutions et Directions du Département de l'Agriculture en vue d'encourager la participation des structures concernées à ce genre de manifestation et d'aider l'ANAFIDE pour qu'elle continue à jouer son rôle de liaison avec lesdites commissions.

Je suggère également de créer un comité de sages qui aura un rôle de conseil et d'orientation auprès du bureau de l'ANAFIDE et qui sera composé d'anciens Anafidiens. Je pense qu'il faut ajouter à la liste des comités techniques un autre comité de relations extérieures qui jouera le rôle d'interface entre l'ANAFIDE et les institutions et organismes qui œuvrent dans les domaines d'activités de notre association.

Avant de terminer cette présentation de l'activité de notre association, je tenais absolument à remercier toutes les personnes qui ont donné de leur temps, particulièrement les membres du bureau et les responsables des comités techniques.

Je vous remercie vivement pour votre attention et je passe la parole à notre trésorier pour qu'il vous fasse lecture du rapport financier.

**BEKKALI ABDALLAH**  
*Président de l'ANAFIDE*

## RESTITUTION DES RESULTATS DE L'ATELIER

### 1. CADRE DE REALISATION DE L'ATELIER

En parallèle avec la 12<sup>ème</sup> conférence EnviroWater, organisée par l'ANAFIDE à l'hôtel Royal Mirage à Marrakech, cette association a tenu le mardi 10 novembre 2009 un atelier portant sur la restitution des résultats de la conférence électronique sur l'économie d'eau en irrigation.

L'atelier ainsi que la conférence électronique ont été financés par deux dons de la coopération française.

La conférence électronique avait été organisée de février à mai 2008 par l'ANAFIDE en collaboration avec la FAO et l'IPTRID et ce, dans le cadre des activités du centre virtuel de l'eau agricole dit "CISEau". Cette conférence a connu un franc succès puisqu'elle a enregistré 264 participants provenant de 5 régions et de 27 pays.

L'atelier a réuni une assistance nombreuse provenant, outre le Maroc, de deux pays maghrébins (Algérie et Tunisie), de quatre pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal) et de trois pays de l'Europe de l'Ouest (France, Italie et Pays Bas).

Parmi les participants qui étaient au nombre de 34, neuf étaient invités par l'ANAFIDE ; ils représentaient les pays maghrébins et de l'Afrique de l'Ouest.

### 2. THEMES PRÉSENTES ET DEBATTUS AU COURS DE L'ATELIER

Les thèmes présentés et débattus au cours des quatre séances de l'atelier ont porté, à travers des cas concrets, sur :

- La Gestion Intégrée de Ressources en Eau (GIRE).
- La politique et la stratégie des ressources en eau adoptées face aux changements climatiques par trois pays (l'Algérie, le Burkina Faso et le Sénégal).
- La gestion sociale de l'eau.
- La reconversion du mode de régulation des canaux principaux des grands périmètres irrigués.
- L'exploitation des ressources en eau souterraine dans les périmètres irrigués.
- La maximisation de la marge brute et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines dans les périmètres irrigués.
- La valorisation de l'eau par les céréales d'hiver sous irrigation localisée.

### 3. DEROULEMENT DE L'ATELIER

L'atelier a débuté par des allocutions de représentants de la FAO et de l'IPTRID suivies d'une intervention de

Monsieur Amadou Moussa président de l'Association Régionale pour l'Irrigation et le Drainage (ARID), présentée au nom des invités à l'atelier, et d'un exposé sur les résultats de la conférence électronique fait par le modérateur de celle-ci, Monsieur Taïeb Benchokroun (voir en annexe 1 l'allocution du président de l'ARID et en annexe 2 l'exposé du modérateur de la conférence électronique).

Les communications présentées au cours de cet atelier étaient articulées en quatre séances autour des trois sessions de la conférence électronique, à savoir :

- la gestion des ressources en eau, aspects liés à l'économie d'eau ;
- la gestion de l'irrigation, économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles ;
- la valorisation de l'eau en agriculture.

Outre ces communications, des exposés relatifs à des projets réalisés en Algérie, au Sénégal, au Burkina Faso et en Tunisie ont été présentés (voir en annexe 3 le programme de l'atelier et en annexe 4 des résumés des communications et exposés).

Les débats qui ont suivi ces présentations ont porté sur le contenu de celles-ci et, plus généralement, sur la problématique de la gestion rationnelle des ressources destinées à l'irrigation en eau, essentiellement dans les pays du sud.

### 4. SYNTHÈSE DES EXPOSES ET DES DEBATS

Des débats ont été engagés parmi l'assistance à l'issue des différentes communications et exposés. Ils ont porté sur les thèmes abordés dans ces communications et exposés.

#### 4.1 Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)

Concernant la GIRE, les participants ont mis l'accent sur les efforts développés dans ce domaine qui, au début, étaient essentiellement basés sur la gestion de l'offre à travers la construction des ouvrages de mobilisation des ressources en eau et de transfert interbassins de l'eau.

Par la suite, ils ont été orientés davantage vers la gestion de la demande. Cette dernière s'avère cependant plus complexe à mettre en œuvre et ce, pour plusieurs raisons. Les principales raisons de cette complexité se rapportent à :

- la lenteur dans l'application effective des dispositions législatives relatives à l'eau ; l'insuffisante coordination et la faible concertation entre les différents acteurs ;
- la faible implication des usagers ;
- la discontinuité dans les politiques des gouvernements se succédant ;

- la rigidité de la logique budgétaire dans le financement du secteur de l'eau.

Une condition sine qua non de la GIRE réside dans l'équilibre entre les programmes visant la construction des ouvrages de mobilisation de l'eau et ceux se rapportant à l'aménagement des bassins versants.

Pour l'accroissement des ressources allouées à l'aménagement des bassins versants, plusieurs mesures sont suggérées ; elles portent sur :

- la création d'un fonds en fiducie alimenté par la conversion des créances bilatérales ;
- la création d'un fonds alimenté par le rachat des créances bilatérales ou par le remboursement des échéances dues ;
- la taxation sur les utilisations des eaux de surface mobilisées par les barrages dans le cadre d'une solidarité amont/aval ;
- la mobilisation de dons par le développement de projets bien cadrés pour permettre de les inscrire comme projets éligibles aux modalités de financement offertes.

#### 4.2 Gestion des ressources en eau souterraine

En matière de gestion des ressources en eau souterraine, outre le cas du périmètre du Tadla qui a fait l'objet d'une communication au cours de l'atelier, le cas de la convention cadre signée au niveau du bassin du Souss/Massa au Maroc a été mentionné. Parmi les mesures phares de cette convention figure la mise en place d'un contrat de nappe impliquant et responsabilisant toutes les parties concernées par la gestion des ressources en eau souterraine à l'échelle de ce bassin hydraulique.

Ce contrat prévoit :

- l'apport par les services centraux concernés par la gestion de l'eau d'un soutien technique à l'Agence du Bassin Hydraulique du Souss/Massa ;
- le renforcement des moyens mis en œuvre pour le développement des ressources en eau souterraine ;
- la réalisation d'études liées au développement et à la mobilisation de nouveaux aquifères.

Les objectifs visés par le contrat de nappe sont :

- l'économie d'eau ;
- le contrôle des prélèvements d'eau ;
- la délimitation et l'instauration de périmètres de protection ;
- la lutte contre la pollution ;
- le renforcement de la recharge naturelle des nappes phréatiques ;
- la recherche et la prospection d'autres aquifères ou horizons mal connus.

Il a été précisé, en outre, au cours des débats qu'une gestion convenable des ressources en eau souterraine passe par la maîtrise des prélèvements à travers :

- le recensement des points de prélèvement ;
- le comptage des prélèvements ;
- le paiement par les usagers de redevances sur les prélèvements.

Cette gestion requiert, par ailleurs, la programmation des prélèvements à partir de la nappe, globalement et pour chaque usager. Celle-ci doit être faite annuellement et être modulable en fonction des apports à la nappe.

Pour maîtriser la gestion et la rendre également durable, les actions précitées doivent être renforcées par :

- un suivi du mouvement de la nappe ;
- une organisation des usagers ;
- la mise en œuvre de la police des eaux.

Les intervenants ont rappelé que la situation des ressources souterraine est préoccupante au Maroc et dans les autres pays du Maghreb. Elle nécessite la lutte contre le gaspillage et le pompage excessif des eaux souterraines dans le domaine agricole.

Dans ces pays, il est nécessaire d'adopter, en matière de gestion des ressources en eau souterraine, une politique basée sur la mise en œuvre du principe édicté par la loi sur l'eau au Maroc, à savoir : "le gaspilleur payeur et le pollueur payeur" et éviter la multiplication du nombre de puits et forages dans les nappes phréatiques et profondes dont la majorité sont surexploitées.

#### 4.3 Economie d'eau dans les pays maghrébins et subsahariens

Concernant les trois communications présentées sur ce sujet qui, rappelons le ont concernées l'Algérie, le Sénégal et le Burkina Faso, les participants ont constaté la différence sensible de disponibilité des ressources en eau entre les pays du Maghreb et ceux de l'Afrique subsaharienne, les seconds étant potentiellement nettement mieux lotis dans ce domaine que les premiers. Ces derniers sont obligés de déployer de grands efforts pour économiser l'eau, particulièrement en agriculture, qui constitue le plus important secteur utilisateur de l'eau.

Dans les pays subsahariens beaucoup reste à faire en matière de connaissance du potentiel en ressources en eau disponible ainsi que dans le domaine de la mobilisation de ces ressources.

L'accroissement démographique dans ces pays et l'amélioration de leur niveau de vie augmentent la pression sur les ressources en eau disponibles, ce qui requiert la mise en œuvre de programmes d'économie d'eau surtout en irrigation au même titre que dans les pays maghrébins.

#### 4.4 Régulation des canaux principaux des grands périmètres

Certains participants ont rappelé qu'au Maroc le différentiel d'efficacités entre les observations de terrain et les niveaux prévus dans les études d'aménagement des grands périmètres d'irrigation est plus important pour les parcelles que pour les réseaux. Il en résulte que la priorité

est donnée aux actions visant la promotion de l'économie d'eau au niveau de la parcelle. Ils se sont posé la question sur l'efficacité de réaliser des projets coûteux pour améliorer la régulation des canaux principaux.

Après discussion de ce point, il a été convenu de considérer que, dans le contexte marocain, caractérisé par une raréfaction poussée des ressources en eau, les économies réalisables au niveau des réseaux ne doivent pas être négligées.

Par ailleurs, les techniques modernes d'irrigation qui se développent actuellement dans les périmètres d'irrigation au Maroc à la faveur de la mise en œuvre du Plan National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEED), basé essentiellement sur la conversion à l'irrigation localisée, sont plus exigeantes en matière de fiabilité d'approvisionnement en eau.

Ceci oblige les gestionnaires de ces périmètres à améliorer les performances des réseaux de transport et de distribution de l'eau et ce, pour être en mesure de répondre à ces exigences en augmentant la fiabilité de la fourniture de l'eau aux agriculteurs.

#### 4.5 Gestion sociale de l'eau

Les discussions qui ont suivi la communication relative à la gestion sociale de l'eau ont analysé le processus d'adoption des règles de partage de l'eau entre les éléments de la société. Il en ressort que dans les pays maghrébins, après que l'Homme ait inventé l'irrigation pour sécuriser sa nourriture ainsi que l'alimentation du bétail, son organisation en société et la création de relations sociales ont été à l'origine de cette adoption.

Ces règles élémentaires étaient orales et acceptées par toute la société, puisqu'elles sont établies en concertation avec tous les utilisateurs de la ressource. Elles sont nommées Azerf chez les Imazighen (A'urf en arabe).

Certains participants ont indiqué que les systèmes ancestraux de gestion de l'eau d'irrigation, considérés par les techniciens comme dépassés par les outils modernes de gestion de l'espace hydraulique, ont montré leur efficacité et leur adaptabilité en intégrant des valeurs de différents systèmes juridiques intervenus ultérieurement, comme la loi islamique ou les lois modernes sur l'eau.

Le Azerf comme juridiction, est appelé à jouer encore des rôles très intéressants dans ces régions. Sa protection et sa préservation en tant que patrimoine devrait être une priorité pour tous les intervenants dans le secteur de l'eau ainsi que pour les responsables du patrimoine culturel et social des pays maghrébins.

La sauvegarde de ce patrimoine est tributaire de la protection des ressources en eau qui alimentent les khattaras, à savoir essentiellement les ressources en eau souterraines, par la maîtrise des pompages dans les zones de khattaras et par la préservation des rivières et des sources alimentant les nappes de toute forme de pollution.

#### 4.6 Valorisation de l'eau par les céréales d'hiver sous irrigation localisée

La communication présentée sur valorisation de l'eau par les céréales d'hiver sous irrigation localisée montre, contrairement à une idée assez répandue, que cette culture s'adapte bien à l'irrigation localisée avec une valorisation de l'eau dépassant 4 Dh/m<sup>3</sup>.

Les essais dont les résultats ont fait l'objet de la communication avaient notamment pour but d'évaluer les économies d'eau permises par l'adoption des systèmes d'irrigation localisée sur les céréales ainsi que les principaux résultats économiques dégagés en comparaison avec la technique traditionnelle d'irrigation gravitaire.

Ces premiers essais paraissent encourageants en ce qui concerne aussi bien leurs résultats économiques, comparés à ceux connus pour la technique traditionnelle d'irrigation gravitaire. Ils offrent ainsi aux agriculteurs pratiquant le maraîchage sous irrigation localisée la possibilité de mettre en œuvre une rotation culturale (maraîchage-céréales d'hiver) dont les avantages ne sont plus à démontrer aujourd'hui.

En outre, ces résultats sont susceptibles d'être améliorés notamment en jouant sur les deux facteurs suivants :

- choix de variétés ayant un meilleur potentiel de production ;
- avancement de la date de semis particulièrement pour l'essai conduit à Ait Ourir où le semis n'a été effectué qu'au début du mois de Janvier.

NB : 100 Dh marocain = 12,7 Dollars US

#### 4.7 Maximation de la marge brute et exploitation rationnelle des eaux souterraines

La communication présentée dans ce domaine montre la possibilité d'éviter la surexploitation des nappes par la limitation des volumes d'eau utilisés de façon à ce qu'ils ne dépassent pas les ressources de renouvellement et ce, grâce à des choix judicieux des systèmes culturaux qui assurent des bénéfices satisfaisants, voire même supérieurs, à ceux obtenus avant le changement du système de cultures.

Cette Mesure entraîne également d'autres avantages, à savoir :

- une atténuation de la dégradation du milieu par les engrais et les produits phytosanitaires de traitement;
- une atténuation du problème de disponibilité de la main d'œuvre pour le secteur agricole.

#### 4.8 Conclusion des discussions

Les discussions de l'assistance à l'issue des communications et exposés présentés devant l'atelier sont arrivés à la conclusion que l'économie d'eau en irrigation constitue un impératif incontournable aussi bien dans les pays maghrébins que dans les pays subsahariens.

Ces discussions ont, toutefois, mis l'accent sur la nécessité de faire la part entre le mythe et la réalité en matière d'économie d'eau en irrigation et ce, en se plaçant à une échelle plus large que la parcelle.

Cette analyse incite à une grande prudence dans ce domaine et à une vigilance accrue en matière de gestion des ressources en eau, particulièrement celles d'origine souterraine.

En effet, un développement non maîtrisé des prélèvements d'eau à partir de la nappe, induits par des aides financières très encourageantes octroyées par les Etats, peut engendrer des effets pervers correspondant à des déséquilibres au niveau des ressources en eau souterraines.

D'où la nécessité de régionaliser ces aides, d'une part et de rester vigilant en permanence sur l'évolution du niveau des nappes par l'instauration d'un système de suivi régulier de ces nappes et par l'application stricte les dispositions de la police des eaux.

Dans le domaine de l'économie d'eau en irrigation, le renforcement de la coopération entre les pays du Maghreb et ceux de l'Afrique de l'Ouest serait très bénéfique pour les deux parties. Une telle coopération permettrait, en effet, aux seconds de tirer profit de l'expérience acquise par les premiers dans des conditions assez similaires, car elle concerne généralement de petits agriculteurs ayant des moyens financiers limités et utilisant des techniques d'irrigation traditionnelles peu efficaces.

A ce propos, les participants à l'atelier ont remercié l'ANAFIDE et la coopération française pour avoir organisé cet atelier et ont insisté sur la nécessité de renforcer la coopération sud-sud entre les instances intervenant dans ce domaine (structures étatiques et ONG) dans les pays maghrébins et d'Afrique de l'Ouest.

Ils ont demandé à l'ANAFIDE de jouer un rôle moteur dans ce domaine en raison de son expérience internationale et de ses techniques et technologiques

## PROGRAMME DE L'ATELIER

### A. Cérémonie d'ouverture

Allocutions des représentants de l'ANAFIDE, de la FAO, de l'IPTRID et de Mr A. Moussa président de l'Association Régionale de l'Irrigation et du Drainage de l'Afrique de l'Ouest (ARID aux noms des invités à l'atelier provenant de six pays du Maghreb et de l'Afrique de l'Ouest.

Présentation sommaire des résultats de la conférence électronique faite par le modérateur de cette conférence Mr T. Benchokroun.

### B. Exposés présentés

**Séance 1:** Exposés présentés au cours de la première séance du matin portant sur les thèmes de la première session de la conférence électronique intitulée "Gestion des ressources en eau, aspects liés à l'économie d'eau":

- **Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) au Maroc : contraintes et implications sur l'économie d'eau-** Mr M. Arrifi, Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole, Maroc
- **Politique et stratégie des ressources en eau face aux changements climatiques en Algérie-** Mr L. Hamel, Faculté des sciences de l'université Djillali Liabès de Sidi Belabbas, Algérie
- **Gestion sociale de l'eau au Maroc : de Azerf à la loi sur l'eau-** Mr M. Ouhain, Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole, Maroc

**Séance 2:** Exposés présentés au cours de la deuxième séance du matin portant sur les thèmes de la deuxième session de la conférence électronique intitulée "Gestion de l'irrigation, économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles"

- **Reconversion du mode de régulation des canaux principaux du périmètre du Tadla pour une économie d'eau dans le système de transport-** Mr S. Jebbour, Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla, Maroc
- **Economie d'eau agricole au Burkina-** Mr F. Ouango, Emergence ingénierie, Burkina Faso

**Séance 3:** Exposés présentés au cours de la première séance de l'après midi portant sur les thèmes de la deuxième session de la conférence électronique intitulée "Gestion de l'irrigation, économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles"

- **Exploitation des ressources en eau souterraine, cas du périmètre irrigué du Tadla, Maroc-** Mr M. Saaf, Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla, Maroc
- **Situation de l'économie d'eau en irrigation au Sénégal-** Mr M. Wade, Université de Thiès, Sénégal

**Séance 4:** Exposés présentés au cours de la deuxième séance de l'après midi portant sur les thèmes de la troisième session de la conférence électronique intitulée "Valorisation de l'eau en agriculture"

- **Maximisation de la marge brute et exploitation rationnelle des eaux souterraines pour une agriculture durable en zone semi-aride : cas d'un périmètre irrigué de la région de Nadhour en Tunisie-** Mr A. Benalaya, Ecole supérieure d'agriculture de Mograne, Tunisie
- **Valorisation de l'eau par les céréales d'hiver sous irrigation localisée-** Mr L. Ouzine, Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz, Maroc

## ALLOCUTION PRONONCÉE PAR LE PRÉSIDENT DE L'ARID

- *Monsieur le Représentant du Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime;*
- *Monsieur le représentant de l'Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation, du Drainage et de l'Environnement (ANAFIDE) ;*
- *Messieurs les Représentants de la FAO et de l'IPTRID;*
- *Chers invités des pays amis ;*

### *Mesdames et Messieurs,*

C'est avec un réel plaisir que je prends la parole pour remercier très sincèrement les organisateurs du présent atelier dont le thème « économie d'eau en irrigation » est d'une importance capitale aussi bien pour les pays du Maghreb que ceux des pays de l'Afrique de l'Ouest. C'est pourquoi, je vous exprime toute notre gratitude de nous avoir offert l'opportunité d'assister à cette rencontre pour partager avec vous les résultats de cette conférence électronique qui a eu un succès certain avec la participation de 264 intervenants provenant de 27 pays. La présente rencontre est d'actualité car la question qui se pose aujourd'hui est comment améliorer la productivité de l'eau face à la rareté de la ressource et les effets du changement climatique car l'agriculture irriguée, en utilisant moins d'eau et de manière durable, doit produire plus de nourriture pour répondre à la croissance des besoins, selon la FAO. Ainsi, au cours des prochaines décennies, l'eau, élément essentiel à la vie, tendra à devenir un des facteurs limitants du développement économique et social à travers le monde.

La dégradation continue des ressources naturelles due aux changements climatiques (sécheresses, inondations), aux activités anthropiques (pollutions, exploitations abusives), à la croissance vertigineuse des besoins en eau et à la gestion des eaux partagées, constitueront sans doute les principaux défis auxquels la communauté internationale aura de plus en plus à faire face.

### *Honorables invités,*

Il me plaît de vous rappeler :

- que la crise alimentaire de 2008 et la forte flambée des prix des produits agricoles sont venues rappeler que les pays du Sud de la Méditerranée et ceux de l'Afrique de l'Ouest sont confrontés au défi de leur sécurité alimentaire ;
- que la balance commerciale agricole au niveau des pays du Sud de la Méditerranée est fortement déséquilibrée dans cette région qui représente 4% de la population mondiale mais absorbe 12% des importations mondiales de céréales selon le Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM).

Dans le même temps, ces pays doivent faire face à une augmentation importante de la demande en eau urbaine alors que les ressources renouvelables, actuellement inférieures à 1000 m<sup>3</sup> par habitant et par an au Maghreb, sont limitées et sont en plus affectées par les effets du changement climatique. Cette situation est comparable à celle de l'Afrique de l'Ouest en général et les pays du sahel en particulier.

### *Mesdames et Messieurs,*

L'agriculture est le secteur en général qui consomme le plus d'eau. Ainsi, pour le cas spécifique du Maghreb, selon le « Plan Bleu » la consommation en eau agricole représente 89% de la demande totale en eau au Maroc, 78% en Tunisie et les surfaces irriguées occupent entre 7 et 15 % des terres arables selon les pays. Pour tous ces pays l'enjeu est donc de bien assurer une production agricole suffisante pour l'alimentation, dans un contexte de raréfaction des ressources en eau. Aussi, selon l'Institut Agronomique Méditerranéen (IAM), pour éviter une dégradation du bilan alimentaire sur la rive sud de la Méditerranée, il faudrait alors augmenter la productivité agricole de 53% d'ici 2025.

En Afrique subsaharienne, neuf millions d'ha sont concernés par l'agriculture irriguée avec la maîtrise partielle ou totale d'eau, ce qui ne représente que 5% de la surface totale cultivée estimée à 183 millions d'ha. Il s'agit de la proportion la plus basse de toutes les régions de la planète. Le potentiel irrigable est estimé à 39 millions d'ha dont sept millions d'ha sont équipés pour l'irrigation à maîtrise totale d'eau ce qui représente moins de 20% de ce potentiel tandis que deux millions d'ha connaissent d'autres formes d'irrigation comme par exemple les cultures de décrue autour des ouvrages de mobilisation des eaux (retenues collinaires, seuils d'épandage, petits barrages en terre...etc.). Globalement, la mobilisation des ressources en eau pour l'agriculture est ainsi limitée à moins de 3% de la totalité des ressources renouvelables, et si actuellement un certain nombre de bassins connaissent ou entrevoient une raréfaction de l'eau, ce n'est pas dû à une véritable pénurie, mais à l'insuffisance d'infrastructures de stockage.

Enfin, il est à noter qu'en Afrique de l'Ouest, tous les grands bassins des fleuves Niger, Sénégal, Volta, Gambie sont gérés par des organismes sous régionaux de bassins (Autorité du Bassin du Niger (ABN), Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), Autorité du Bassin de la Volta (ABV) et l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie (OMVG)). Toutes ces organisations sont en train de mettre en place des outils de gestion adaptés au caractère international de ces cours d'eau.

*Mesdames et Messieurs,*

Les effets conjugués du changement climatique et la rareté de la ressource en eau nous interpellent tous. En effet, la raréfaction des ressources en eau constitue l'une des principales contraintes qui s'opposent au développement de l'agriculture irriguée dans les pays méditerranéens. La solution à ce problème consiste à la mise en œuvre des actions qui portent essentiellement sur la promotion de l'économie d'eau. C'est pourquoi, nous avons le devoir de proposer des solutions appropriées pour satisfaire les besoins en eau d'une agriculture irriguée plus productive et moderne et satisfaire également les besoins en eau pour d'autres usages : AEP, élevage, industrie, tourisme, pêche...etc.

En ce qui concerne spécifiquement les ressources en eau souterraines, leur gestion convenable passe par la maîtrise des prélèvements à travers : le recensement des points d'eau et le comptage de prélèvement ainsi que le paiement par les usagers. Ces actions doivent être renforcées par un suivi du mouvement de la nappe, une organisation des usagers et la mise en place d'une police des eaux.

*Mesdames et Messieurs,*

Pour relever les défis, des innovations techniques, technologiques, institutionnelles et sociales peuvent permettre de réduire la demande en eau pour l'agriculture et d'améliorer la productivité de l'eau et des sols. Néanmoins, ce type d'innovations implique des évolutions fortes pour les petites et moyennes exploitations familiales, qui représentent la majorité des exploitations.

L'émergence d'associations d'irrigants aux côtés des grands organismes publics pour gérer l'eau agricole, des coopératives et d'autres formes d'actions collectives susceptibles de regrouper les acteurs des filières, peuvent constituer une opportunité pour soutenir la modernisation de ces exploitations.

Ainsi, pour garantir une gestion concertée, équitable et durable de la ressource en eau, la plupart des Etats Africains se sont engagés dans l'approche GIRE.

Certains pays comme le Mali, le Burkina ou le Sénégal disposent d'un plan GIRE et la mise en œuvre à travers les projets de développement est effective.

Toutefois, cette mise en œuvre de la GIRE qui découle des recommandations des conférences internationales (Dublin, Rio, Paris, Marrakech, Johannesburg et Kyoto) doit s'accompagner d'autres actions qui concourent à assurer une économie d'eau en irrigation.

Il s'agit entre autre :

- du renforcement des capacités des petits producteurs (qui sont les grands consommateurs d'eau au regard de leur nombre) pour mieux gérer l'eau et contribuer ainsi à la réduction de la redevance eau qui tourne entre 60.000 et 100.000 FCFA, en Afrique de l'Ouest ;
- de la recherche sur les variétés adaptées, la possibilité d'utilisation des eaux usées, et l'intensification d'utilisation des eaux salées et enfin,
- la protection de la ressource eau contre les pollutions diverses.

Au regard de la qualité des contributions enregistrées lors de cette conférence électronique, on peut dire que l'espoir est permis pour relever le défi au Maghreb et dans le reste de l'Afrique. C'est pourquoi, à la sortie de cette rencontre, nous prenons tous l'engagement d'œuvrer pour le développement d'une agriculture irriguée peu consommatrice d'eau, beaucoup plus productive et respectueuse de l'environnement.

*Mesdames et Messieurs,*

Pour terminer, je tiens une fois de plus à vous renouveler toute notre gratitude en fondant l'espoir que cette rencontre donnera l'occasion d'échanges enrichissants et fructueux sur les résultats de la conférence électronique et au-delà, sur tous les aspects liés à la gestion efficiente de l'eau d'irrigation.

Je vous remercie de votre aimable attention.

EXPOSÉ DU MODÉRATEUR DE LA CONFÉRENCE ÉLECTRONIQUE



Conférence électronique sur l'économie d'eau en irrigation

Atelier de restitution des résultats

Améliorations Foncières

Irrigation

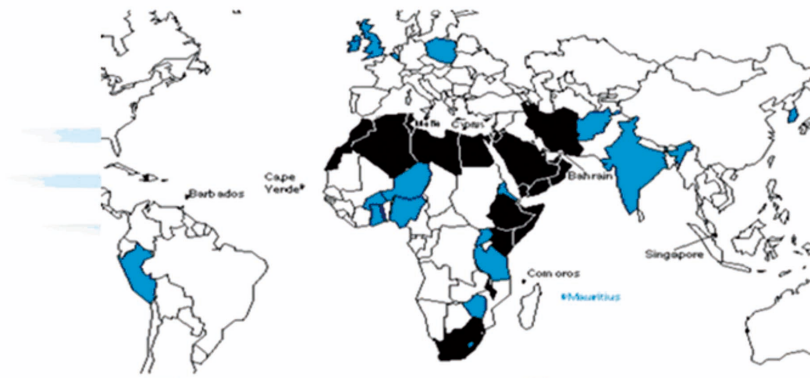
Drainage

Environnement

Infrastructures de base



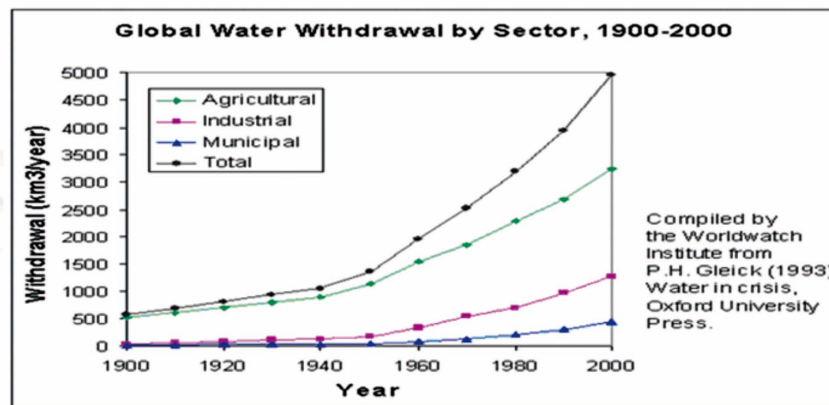
Introduction générale



Source: Gardner-Outlaw & Engelman 1997 (69) and Table 1



## Introduction générale




## Programmation de la conférence

**Session 1 :** Gestion des ressources en eau, aspects liés à l'économie d'eau

**Session 2 :** Gestion de l'irrigation, économie d'eau au niveau des périmètres irrigués et des parcelles

**Session 3 :** Valorisation de l'eau en agriculture


Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation, du Drainage et de l'Environnement



## Déroutement de la conférence

Session	Commentaire	Communication	Total
Session 1	12	09	21
Session 2	18	11	29
Session 3	02	02	04
Interventions diverses	03	-	03
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>57</b>

Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation, du Drainage et de l'Environnement



## Déroutement de la conférence

Continent	Nombre d'interventions	Pourcentage
Afrique	186	70
Europe	57	22
Amérique	4	1
Moyen orient	3	1
Asie	1	1
Divers	12	5
<b>Total</b>	<b>264</b>	<b>100</b>



## *Déroulement de la conférence*

### **Thèmes traités au cours de la Session 1**

- ✓ Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE).
- ✓ Raréfaction des ressources en eau dans les périmètres irrigués.
- ✓ Gestion des ressources en eau souterraine.
- ✓ Réutilisation des eaux usées en agriculture.
- ✓ Préservation des ressources en eau contre la pollution.



## *Déroulement de la conférence*

### **Thèmes traités au cours de la Session 2**

- ✓ Gestion des infrastructures de distribution de l'eau dans les périmètres d'irrigation.
- ✓ Gestion des petits et moyens périmètres d'irrigation.
- ✓ Formation des irrigants.
- ✓ Promotion de l'économie d'eau au niveau de la parcelle.
  - Dispositifs et procédures d'incitation à l'économie d'eau en irrigation
  - Rôles joués par les laboratoires d'essai des matériels d'irrigation
  - Technique d'efficacité d'irrigation du riz
  - Coût des équipements d'IL
  - Risques de genèse d'effets pervers par les aides à l'économie d'eau
- ✓ Efficacité d'utilisation de l'eau dans les périmètres d'irrigation
- ✓ Histoire de l'économie d'eau en irrigation
- ✓ Conditions requises pour réussir la GIRE



## *Déroulement de la conférence*

### **Thèmes traités au cours de la Session 3**

- Nécessité de concilier entre la quête de la valorisation de l'eau en agriculture et les impératifs de préservation de l'environnement et de recherche d'une production agricole de qualité
- Augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau de pluie dans le cas de l'agriculture sans labour
- Possibilité d'IL des céréales d'hiver contrairement à une idée assez répandue.
- Niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation dans le périmètre du Loukkos au Maroc et axes d'intervention pour une meilleure valorisation de l'eau et une durabilité des ressources en eau dans ce périmètre.

### **ACTES DE LA CONFÉRENCE**

**LES ACTES LA CONFÉRENCE ÉLECTRONIQUE SUR L'ÉCONOMIE D'EAU EN IRRIGATION**

**FIGURENT SUR UN CD JOINT EN ANNEXE À LA PRÉSENTE REVUE**

## EDITORIAL DE LA 12<sup>ÈME</sup> CONFÉRENCE INTER RÉGIONALE ENVIRO WATER

Cette conférence a été organisée par l'ANAFIDE à l'occasion de son 40<sup>ème</sup> anniversaire en collaboration avec la Commission Internationale du Génie Rural et l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement situé à Ouagadougou.

La séance d'ouverture a été très réussie. Mr Marghi, Secrétaire Général du MAPM s'était rendu sur le lieu de la conférence pour présider cette séance mais a été appelé par Mr le Ministre pour un déplacement à Errachidia.

Cette séance a été marquée par les interventions de Mr Bekkali, Président de l'ANAFIDE, de Mr El Harras, Directeur Régional de l'Agriculture au Haouz (au nom de Mr le Secrétaire Général du MAPM), Prof Soren (Danemark), Président de la CIGR, Mr Mori, Représentant de la Délégation de la Commission Européenne au Maroc, Mr El Bouari, Président de l'Amicale des Ingénieurs du Génie Rural ainsi que par la présence au panel de présidence de Mr Yacouba, représentant du ZIE.

A la fin de la séance, un vibrant hommage a été rendu par les participants à Mr Bekkali pour les efforts louables et l'œuvre remarquable qu'il a accomplie depuis la création de l'ANAFIDE, il y a 40 ans.

Le comité d'organisation avait reçu 150 résumés de communications et les avait répartis entre environ 80 communications orales et 70 posters. La formule de sessions parallèles a été aussi retenue. Il y a eu comme dans chaque conférence et séminaire un certain nombre de no show (auteurs de communications programmées qui ne se présentent pas) mais cela n'a pas affecté le programme intensif et très riche de la conférence

Un grand effort a été fourni pour faire la promotion de la conférence et chercher des sponsors.

La conférence s'est déroulée en salle pendant les journées de lundi 9 et mardi 10 novembre et a été suivie par une visite technique organisée selon deux options :

Option A : agriculture irriguée encadrée par Mr Ouzzine de l'ORMVA du Haouz

Option B: Station de traitement de l'eau potable (Mme Bel Kouadssi Directeur ONEP Marrakech ) et station d'épuration des eaux usées de Marrakech (Mr El Habti, Directeur de la RADEEMA)

L'ANAFIDE a invité les participants à un dîner spectacle « chez Ali » le mardi 10 novembre.

La conférence a constitué une très bonne occasion de retrouvaille entre membres de l'ANAFIDE pour célébrer le 40<sup>ème</sup> anniversaire de cette association. De l'avis de plusieurs participants, une 12<sup>ème</sup> conférence inter régionale Enviro water que vient d'organiser l'ANAFIDE a été :

- un événement scientifique de qualité
- une occasion de renforcement de la collaboration ANAFIDE –CIGR,
- une promotion par l'ANAFIDE des échanges inter régionaux et notamment de la coopération Sud Sud à travers l'organisation de l'atelier « Economie d'eau » et l'implication de l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (ZIE), siège de l'Association Régionale des Irrigations et du Drainage (ARID)

Ci-dessous quelques chiffres et éléments caractérisant la conférence :

Nombre de personnes inscrites : 186

- > Nombre de participants à la plénière : 160
- > Nombre de pays : 17 (Algérie – Mali - Japon – Tunisie – France – USA – Espagne – Sénégal – Portugal – Italie – Chine – Burkina Faso – Pays Bas –Danemark - Niger –Suisse - Maroc)
- > Nombre de sessions : une plénière, 15 sessions parallèles et une session de clôture
- > Un atelier d'une journée (le 10 novembre) relatif aux résultats de la conférence électronique sur l'économie de l'eau en irrigation organisée par l'ANAFIDE en collaboration avec la FAO et l'IPTRID de février à mai 2008 et ce, dans le cadre des activités du centre virtuel de l'eau agricole dit "CISeau".

L'atelier a réuni une assistance nombreuse provenant, outre le Maroc, de deux pays maghrébins (Algérie et Tunisie), de quatre pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal) et de trois pays de l'Europe de l'Ouest (France, Italie et Pays Bas). Parmi les participants qui étaient au nombre de 34, neuf étaient invités par l'ANAFIDE, ils représentaient les pays maghrébins et de l'Afrique de l'Ouest.

- > Nombre de communication Posters : 16
- > Nombre d'Exposants : 6
- > Projet Sahla avec financement de l'Union Européenne – Régie Autonome d'Eau et d'Electricité de Marrakech (RADEEMA) - RIEGONOR (membranes étanches) – Pack Info – Direction Régionale de l'Agriculture du Haouz, Tensift Marrakech – ANAFIDE -
- > Nombre de Sponsors : 10

Union Européenne - Ambassade de France - Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement - ONEP – Ministère de l'Agriculture : ORMVA du Haouz et la DPA de Marrakech – RADEEMA – Agence du Bassin

Hydraulique de Tensift – Agence Universitaire de la Francophonie - Lydec

Un partenaire médiatique : PackInfo

Couverture médiatique : Télévision marocaine, Radio locale, Téléagricole

- > Quotidien : Al Ahdath Al Maghribia
- > Nombre de communications écrites : 137
- > Nombre de présentations orales : 78
- > Quatre thématiques :
  1. Gestion de la rareté de l'eau

2. Aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau
3. Aspects socio-économiques de la gestion de l'eau
4. Gestion et planification des usages multifonctionnels de l'eau et du Territoire

L'ANAFIDE présente ses sincères remerciements à tous les organismes qui ont apporté un appui l'organisation de cette manifestation et est heureuse de publier dans le document et CD ci-joint l'ensemble des résumés et textes de communications reçus par le comité scientifique de la conférence.

*Dr El Houssine Bartali*  
*Coordonnateur du Comité Scientifique*  
*de la Conférence*

## THÈMES DE LA CONFÉRENCE

### Thème 1 : Gestion de la rareté de l'eau

- 1.1 Gestion des ressources en eau et des écosystèmes
- 1.2 Changements climatiques et Gestion de l'Eau
- 1.3 Conservation de l'eau et valorisation de l'eau
- 1.4 Approches et outils innovateurs pour la planification et la gestion de l'utilisation de l'eau
- 1.5 Gestion de l'eau à la parcelle: systèmes d'irrigation économisant l'eau
- 1.6 Gestion des situations de crise des systèmes d'irrigation et d'AEP

### Thème 2: Aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau

- 2.1 Technologies d'utilisation durables de l'eau
- 2.2 Eau, environnement et santé publique
- 2.3 Systèmes d'eau dans les environnements pollués
- 2.4 Surexploitation des ressources en eau souterraines
- 2.5 Gestion des risques de pollution de l'eau et du sol
- 2.6 Utilisation des eaux non conventionnelles – Réutilisation des eaux usées
- 2.7 Assainissement liquide et plans nationaux de dépollution
- 2.8 Dépollution industrielle -Etat de l'art et contraintes

### Thème 3: Aspects socio économiques de la gestion de l'eau

- 3.1 L'Eau, un droit de base de l'homme (pratiques et défis)
- 3.2 Gestion de l'eau et inégalité sociale (commerce et tarification)
- 3.3 Gestion de l'eau et intégration des groupes marginalisés (aspects de genre)
- 3.4 Approches participatives dans la gestion de l'utilisation de l'eau
- 3.5 Partenariats public privé en gestion de l'eau. Expériences actuelles et leçons à tirer

### Thème 4: Gestion et planification des usages multifonctionnels de l'eau et du territoire

- 4.1 Exploitation et conservation des ressources naturelles prédominantes
- 4.2 Systèmes de gestion de l'eau et planification de l'usage des territoires à l'échelle d'un bassin
- 4.3 Changement de vocation des territoires dans zones à ressources en eau limitées

*Dr El Houssine Bartali*  
*Coordonnateur du Comité Scientifique*  
*de la Conférence*



COMITÉ SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL  
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

Coordinator - Coordonnateur: Dr. El Houssine BARTALI  
(bartali\_elhoussine@yahoo.fr)

Name	Country	Topic section
Dr. Mohamed Ait Kadi	Morocco	1,3,4
Dr Amadou Hama Maiga	Mali	2, 3
Dr. Antonio Brasa Ramos	Spain	4
Mr. Taieb Benchokroun	Morocco	1,3
Dr. Daniele De Wrachien	Italy	1, 2
Dr. Abdelhafid Debbarh	Morocco	1,2,3
Dr. Enque Playan	Spain	1, 2
Dr. Gerrit-Jan Carsjens	Netherlands	4
Dr. Guanhua Huang	China	2
Dr. Ali Hammani	Morocco	1,4
Dr. Guido D'Urso	Italy	1
Dr. Heinz Sourell	Germany	1
Dr. Jarbas Honorio de Miranda	Brazil	1, 2
Dr. Jose M Gonçalves	Portugal	1
Dr. José M. Tarjuelo	Spain	1, 2, 3
Dr. Luis Santos Pereira	Portugal	1, 2, 3
Dr. Marcos Vinícius Folegatti	Brazil	1, 2
Dr. Mario Falciai	Italy	1, 2
Dr. Pat D. Taylor	USA	4
Dr. Eric Servat	France	1
Dr. Samuel Ortega-Farías	Chile	1, 2
Dr. Hamma Yacouba	Niger	4



Partenaire Média



## RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS ET EXPOSÉS

### 1. COMMUNICATION DE MR M. ARRIFI SUR LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

- La communication aborde dans un premier temps l'évolution de la politique de l'eau au Maroc qui a connu ses vrais débuts vers la fin des années 1960. Cette politique était essentiellement basée sur la gestion de l'offre à travers la construction des barrages réservoirs et les aménagements à l'aval pour satisfaire les besoins en eau des différents secteurs usagers, notamment l'agriculture et l'eau potable. En plus, elle concernait la mobilisation des ressources en eau souterraines et les transferts d'eau interbassins. Cette politique a connu une évolution notable à partir des années 1980 avec la création du Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat et l'intérêt grandissant accordé à la concertation et l'implication des différents intervenants notamment les usagers.
- Une telle évolution a été couronnée par la promulgation en 1995 de la loi 10-95 sur l'eau qui est venue asseoir les bases d'une véritable gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) orientée davantage vers la gestion de la demande.
- Cependant et dans les faits, les objectifs d'une véritable GIRE au Maroc demeurent très peu atteints à cause de plusieurs contraintes liées notamment, à la lenteur dans la mise en œuvre de la loi 10-95 sur l'eau, aux problèmes liés au rôle et au fonctionnement des agences de bassins, à la logique toujours interventionniste de l'Etat, à l'insuffisante coordination et la faible concertation entre les différents acteurs, à la faible implication des usagers, à la discontinuité dans les politiques des gouvernements se succédant, à la rigidité de la logique budgétaire dans le financement du secteur de l'eau, au manque de dynamisation des organes de concertation, etc..
- Sans doute, ces contraintes ont des implications notables sur l'économie d'eau, se traduisant notamment par une utilisation peu rationnelle et moins valorisante des ressources en eau, la surexploitation des nappes qui continue quasiment avec le même rythme, la pollution de l'eau, les problèmes de financement des programmes d'économie et de valorisation d'eau qui constituent une priorité, etc...

### 2. COMMUNICATION DE MR L. HAMEL SUR LA POLITIQUE ET LES STRATÉGIES LIEES AUX RESSOURCES EN EAU FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN ALGERIE

En comparaison avec d'autres pays du Bassin Méditerranéen, les ressources renouvelables de l'Algérie sont assez faibles (19 milliards de m<sup>3</sup>/an). Elles sont majoritairement issues des précipitations qui n'excèdent 400 mm par an que sur les plaines littorales septentrionales.

Le reste du pays est donc plus ou moins aride, mais des eaux souterraines non renouvelables existent sous forme d'une vaste nappe aquifère dite nappe du Sahara (Sahara algéro-tuniso-libyen)

En matière de mobilisation des ressources en eau, au Maghreb, l'Algérie avec ses 107 barrages ne mobilise que 4,5 milliards de m<sup>3</sup>/an alors que le Maroc avec 33 barrages mobilise 10 milliards de m<sup>3</sup>/an, tandis que la Tunisie avec ses 28 barrages totalise annuellement 2,4 milliards.

Les superficies irriguées sont estimées à 450.000 ha, l'objectif à atteindre à court terme étant de 770.000 ha, et si l'on suppose qu'en moyenne, il faut 8.000 m<sup>3</sup>/ha/an, il faudrait mobiliser 6.2 milliards de m<sup>3</sup>/an.

L'Algérie dispose de 1200 km de côtes, ce qui laisse présager d'énormes possibilités de dessalement des eaux salées; dans ce domaine, le potentiel est estimé à 60 millions m<sup>3</sup>/an.

A la lumière des données présentées ci-dessus sur les ressources en eau de l'Algérie, la question qui se pose dans ce pays est: Faut-il se concentrer sur le dessalement de l'eau de mer ou la redistribuer des eaux disponibles à l'échelle d'une région?

A la base du progrès de l'Algérie, il y a eu d'abord la politique française de l'eau qui s'est traduite par la réalisation de plus de 20 barrages pour répondre aux besoins en eau du développement social et économique de ce pays.

L'Algérie post-indépendante n'a pris que progressivement conscience de l'importance d'une politique hydraulique comme clef du développement. Elle a peu construit pendant les 15 premières années; ainsi, le legs de l'époque coloniale n'a fait que se dégrader: envasement de nombreux barrages, entartrage ou tarissement de forages. Depuis, malgré des travaux, les barrages algériens continuent à perdre 2 à 3 % de leur capacité chaque année.

Le problème qui préoccupe le plus les pouvoirs publics est l'alimentation en eau potable et industrielle des grandes agglomérations et des villes des régions steppiques et sahariennes lorsqu'elles ne disposaient pas de nappes profondes.

L'industrie a ravi à l'agriculture une partie de son eau et elle a, de plus, contraint de nombreuses agglomérations à de lourdes privations. Les besoins des zones industrielles étaient satisfaits par des prélèvements importants dans les barrages ou les forages.

Pour faire face à cette situation, les pouvoirs publics ont mis en place un dispositif à l'effet d'accélérer la mise en œuvre d'un plan qui a été conçu en 1999, qui combine à la fois des actions d'urgence, de court, moyen et long terme.

Ainsi, 27 barrages sont actuellement en construction et 50 barrages d'une capacité totale de 5,5 milliards de m<sup>3</sup> sont en cours d'étude et devraient être mis en service à l'horizon 2020. De même, un programme de 32 retenues collinaires a été adopté.

En outre, des transferts et adductions d'une capacité d'environ 5 milliards de m<sup>3</sup>/an qui concernent d'importantes régions du pays, tels le Sud, l'Ouest, le Constantinois et le Centre seront réalisés en vue d'une utilisation rationnelle des ressources.

Dans le domaine de la mobilisation des ressources non conventionnelles, il est prévu d'implanter, d'ici à l'horizon 2030, sur 11 sites, 50 usines de dessalement d'une capacité totale de près de 4 millions de m<sup>3</sup>/jour.

Durant la seule année 2003, les projets de dessalement concernant 290 000 m<sup>3</sup>/jour (Arzew et Alger) ont été lancés. L'année 2004 a également connu le lancement de projets de 500 000 m<sup>3</sup>/jour (Skikda, Alger Est, Alger Ouest, Oran).

Ce procédé est l'une des principales technologies alternatives mises en pratique par l'Algérie face aux changements climatiques, parce que les barrages ne permettent que de maintenir les pénuries à un niveau encore acceptable. Le dessalement de l'eau de mer s'avère une solution vitale pour l'Algérie.

### 3. COMMUNICATION DE MR M. OUHSAIN SUR LA GESTION SOCIALE DE L'EAU AU MAROC : DE AZERF À LA LOI SUR L'EAU

L'eau comme bien public a été le long de l'utilisation de l'eau au Maroc un bien qui attire toutes les convoitises. Afin de réglementer l'usage de cette ressource, les marocains ont inventé plusieurs systèmes et techniques pour la mobilisation de l'eau et sa gestion.

Concernant la gestion, les populations des régions connues pour l'utilisation de l'eau en agriculture depuis des milliers d'années ont adopté des règles de partage de l'eau entre tous les ayant-droits. Cette communication se

propose de faire une étude comparative entre les différentes législations que les marocains ont utilisé depuis l'aube de l'histoire à savoir le Azerf, la chariaa et enfin la Loi sur l'eau.

Il en ressort que sur le plan de la gestion des grands ouvrages de mobilisation et de transport, la Loi moderne dite Loi 10-95 sur l'eau reste la plus appropriée du fait des règles qu'elle comprend et qui permettent une planification et une gestion intégrée de la ressource.

Cependant et pour assurer une bonne gestion au niveau des usagers l'adoption des techniques ancestrales, basées sur la loi positive dite Azerf, reste la plus appropriée surtout dans les régions connues par un développement de l'irrigation et de l'existence de la Jmaa qui gère selon un système démocratique et un savoir faire la denrée rare qui est l'eau.

### 4. COMMUNICATION DE MR S. JEBBOUR SUR LA RECONVERSION DU MODE DE REGULATION DES CANAUX PRINCIPAUX DU PERIMETRE DU TADLA POUR UNE ECONOMIE D'EAU DANS LE SYSTEME DE TRANSPORT

Dans la première partie de la communication, l'auteur a présenté les canaux principaux du périmètre du Tadla. D'une superficie totale de 100.000 ha, celui-ci est en fait composé de deux périmètres distincts et contigus :

- Le périmètre des Beni Amir s'étendant sur 29.000 ha avec quatre canaux principaux (canal tête morte, canal principal des Beni Amir, canal médian et canal coursier).
- Le périmètre des Beni Moussa d'une superficie de 69.500 ha disposant de cinq canaux principaux (Canal D, canal GM, canal G, canal médian ouest et canal coursier). Au niveau de la queue du canal GM, se branche, en plus du canal G, le canal T2 qui dessert un autre périmètre, celui de la Tessaout Aval relevant de l'ORMVA du Haouz.

Ces canaux principaux ont été conçus et réalisés à partir des années 50 du siècle dernier, avec une régulation dite par l'aval correspondant à la technologie de l'époque et au contexte d'absence totale de tout déficit hydrique. Cette régulation engendre d'importantes pertes d'eau.

A ces problèmes, qui concernent tous les canaux principaux du périmètre du Tadla, s'ajoutent d'autres difficultés spécifiques au périmètre des Beni Moussa. En effet, les canaux principaux de ce périmètre sont alimentés en eau directement à partir de l'usine hydro électrique d'Afourer, avec comme seule réserve de compensation, les canaux principaux eux-mêmes.

Ceci crée des difficultés de coordination avec les gestionnaires de cette usine dus au turbinage, en heures de pointe, de débits supérieurs à la demande de l'agriculture, et au rattrapage, au cours des heures creuses, des volumes

excédentaires par le turbinage de débits inférieurs à la demande de l'agriculture. Il en résulte des perturbations dans le fonctionnement des réseaux d'irrigation du périmètre. Une autre difficulté que connaît le périmètre des Beni Moussa réside dans le fait que le canal T2, sus mentionné, est alimenté à partir du canal GM de ce périmètre.

Le contexte climatique ayant radicalement changé, le périmètre du Tadla connaît, à l'instar de la quasi-totalité des autres périmètres irrigués du Maroc, un important déficit hydrique par rapport aux dotations prévues. Ce déficit a atteint, au cours des douze dernières campagnes agricoles, 43 et 45% respectivement pour le périmètre des Beni Moussa et celui des Beni Amir, ce qui impose une rigueur dans la gestion des ressources en eau de ces périmètres.

Les efforts d'économie d'eau ont porté, au cours des dernières années au niveau du périmètre du Tadla, sur (i) la recherche d'une régulation appropriée au niveau des canaux principaux, (ii) la réhabilitation des réseaux de distribution d'eau et (iii) l'amélioration des techniques d'irrigation à la parcelle.

Au niveau des canaux principaux, les opérations réalisées pour économiser l'eau ont porté, au cours des années 90, sur le remplacement des ouvrages terminaux des canaux D et coursier, composés de vannes Amil, par des ouvrages statiques, type giraudet, pour enrayer ou, du moins, réduire les pertes estimées à 80 Mm<sup>3</sup> par an. Ces opérations ont consisté également à installer des stations de mesure des débits pour maîtriser les débits en temps réel.

Dans un souci de maîtrise plus poussée de la régulation des canaux principaux, l'ORMVA du Tadla a réalisé une vaste étude sur la régulation des canaux principaux, celle-ci devant se faire par l'aval. Ce système de régulation permet au canal de se comporter comme un réservoir, qui peut en temps utile, emmagasiner pour quelques temps la quantité d'eau non utilisée ou bien fournir la quantité de compensation demandée.

Les avantages escomptés par l'ORMVA de cette modification de la régulation sont les suivants : l'augmentation des recettes de l'ORMVA suite à la récupération des volumes qui sont perdus avec la régulation actuelle, le gain de la confiance des agriculteurs particulièrement ceux situés en queue des canaux principaux et la réduction des réclamations et les requêtes relatives aux sous alimentations et la possibilité de réaliser les programmes de distribution conformément aux tours d'eau établis sans avoir recours à des changements multiples.

### 5. EXPOSE DE MR F.OUANGO SUR L'ECONOMIE D'EAU AGRICOLE AU BURKINA

Le Burkina Faso ne dispose pas encore d'une politique élaborée en matière de mobilisation des ressources en eau. Il existe des schémas d'aménagements de 3 bassins versants. Des efforts sont développés actuellement pour

l'élaboration de cette politique avec l'appui de partenaires techniques et financiers.

Selon l'inventaire de 2001, 1400 barrages sont construits, ils mobilisent 5 milliards de m<sup>3</sup>/an et irriguent 40.000 ha. Seulement 460 d'entre eux créent des plans d'eau permanents ; en effet, plus de 95% des barrages sont constitués de petits ouvrages de moins de 10 m de hauteur.

Les réserves en eau de surface des bassins versants nationaux sont de 8,79 milliards de m<sup>3</sup>. Pour leur part, les réserves en eau souterraine sont de 402 milliards de m<sup>3</sup>. Ces données sont approximatives puisque c'est seulement dans le sud-ouest du pays que des études assez poussées ont été menées sur les potentialités en eau souterraine.

A travers ces chiffres, en dépit de leur imprécision, il apparaît le potentiel en eau du pays pris dans l'ensemble n'est pas un facteur limitant à l'échelle nationale mais sa mobilisation et sa valorisation restent limitées.

Dans le contexte économique actuel du Burkina Faso, la production de l'énergie électrique est la plus grosse consommatrice d'eau suivie par l'irrigation.

La problématique de l'économie d'eau agricole se caractérise par :

1. l'absence de tradition dans l'économie de l'eau (l'eau ne constituant pas une contrainte majeure, sauf autour des centres urbains) ;
2. l'inexistence de textes contraignants de ce domaine ;
3. l'introduction progressive des techniques et technologies qui ont pour vocation l'économie de l'eau agricole.

En conclusion, l'irrigation reste encore marginale au Burkina (quand on compare les superficies en agriculture pluviale 3,5 millions d'ha et l'irrigation 40 000 ha). Ce pays doit s'inspirer des bonnes pratiques sur l'économie de l'eau agricole de part le monde, tenir compte des particularités du pays (+80% d'agriculteurs), développer les métiers de l'eau dans l'agriculture et encourager les productions tournées vers le marché.

### 6. COMMUNICATION DE MR SAAF SUR L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES – CAS DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ DU TADLA AU MAROC

Le périmètre du Tadla connaît depuis quelques années une importante baisse des réserves en eau de surface entraînant un recours au pompage dans une nappe par les agriculteurs. On estime que la moitié des exploitations du périmètre ont accès à cette ressource. Outre l'augmentation du volume des ressources en eau, l'accès à la nappe leur offre une autonomie et une

souplesse dans la programmation des irrigations. La majorité des équipements de pompage sont individuels, mais il existe des cas d'utilisation collective : partage de frais et échanges d'eau.

L'alimentation de cette nappe se fait essentiellement par les percolations provenant de l'irrigation, soit 137 Mm<sup>3</sup> par an en moyenne représentant 87% des apports.

L'accès aux eaux souterraines augmente la marge brute des exploitations. Ainsi les agriculteurs utilisant l'eau de la nappe dégagent des marges brutes à l'hectare deux fois plus importantes que ceux ayant uniquement accès à l'eau du réseau. Par ailleurs, avec les eaux souterraines, l'agriculteur peut introduire des cultures qu'il ne peut pas irriguer avec les seules dotations en eau superficielle.

L'eau de la nappe revient plus cher que celle du réseau, son coût est en moyenne de 0.4 à 0.60 Dh/m<sup>3</sup> contre 0.22 Dh/m<sup>3</sup> pour celle facturée par l'ORMVA."

NB : 100 Dh marocain = 12,7 Dollars US

### 7. EXPOSÉ DE MR M. WADE SUR LA SITUATION DE L'ÉCONOMIE D'EAU EN IRRIGATION AU SÉNÉGAL

Le déficit chronique de pluviométrie observé à partir des années 70 a amené les autorités à adopter l'irrigation comme un axe privilégié d'augmentation et de sécurisation de la production agricole. Le développement de l'utilisation agricole des ressources en eau s'est donc considérablement renforcé sous l'impulsion des pouvoirs publics au cours de la période allant de 1975 à la fin des années 80, avec l'extension des interventions à toute la vallée du fleuve Sénégal, à la Casamance, au bassin de l'Anambé, ainsi que sur le fleuve Gambie.

Le potentiel des ressources en eau de surface annuellement exploitables est estimé à 7 milliards de m<sup>3</sup> provenant de trois cours d'eau pérennes qui arrosent le pays du Nord au Sud: le Fleuve Sénégal, la Gambie, la Casamance.

En matière de gestion des ressources en eau, le Département chargé de cette mission est le Ministère de l'Agriculture de l'hydraulique et de l'Elevage.

Compte tenu de l'accroissement de la complexité de la gestion de l'eau liée au développement rapide de l'urbanisation et à la concurrence qui existe entre les diverses utilisations de la ressource, le décret 98-557 du 25 juin 1998 a institué un Conseil supérieur de l'eau. Présidé par le Premier ministre, il réunit les Ministres concernés et des représentants des institutions décentralisées et des utilisateurs. Il décide des grandes options d'aménagement et de gestion des ressources en eau et joue également le rôle d'arbitre en cas de conflits.

A l'échelon régional les Divisions régionales de l'hydraulique, directement rattachées au cabinet du Ministre, sont chargées d'exécuter, de contrôler et de

suivre, sur le terrain, les missions dévolues aux directions opérationnelles.

Enfin à l'échelle sous régionale, le Sénégal s'est doté d'un partenariat national pour l'eau, dans le cadre du Partenariat Ouest Africain de l'Eau, dont l'action est consacrée à la promotion de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE).

En ce qui concerne le développement rural en général et le développement de l'agriculture irriguée en particulier, le désengagement de l'État des secteurs de production devait théoriquement conduire à l'émergence de nouveaux acteurs et se traduire par un transfert progressif de la gestion des périmètres irrigués et donc des ressources en eau d'irrigation, aux producteurs.

La nécessité d'une gestion plus performante et les exigences de durabilité impliquent une gestion globale des systèmes irrigués. En effet, la gestion communautaire de la ressource en eau mobilisable doit intégrer les besoins de tous les usagers et préserver l'équilibre, déjà fragile, des écosystèmes de l'environnement irrigué.

Cette gestion réclame des compétences dont ne disposent pas actuellement les gestionnaires. Il apparaît alors que l'amélioration de la gestion des aménagements hydro-agricoles nécessite une professionnalisation des gestionnaires. Cette professionnalisation peut résulter d'une formation des gestionnaires actuels lorsque ceux-ci disposent d'une formation de base suffisante. Elle peut aussi s'effectuer par le biais de l'émergence de prestataires de service ou de petits bureaux d'études de droit privé assurant un ensemble d'interventions pour un groupe de périmètres.

En conclusion, les ressources en eaux du Sénégal, mal distribuées dans l'espace et dans le temps, sont menacées qualitativement et quantitativement par l'accroissement des prélèvements dont l'essentiel se fait sur la zone littorale et au niveau du bassin Arachidier alors que plus de 80 % des réserves d'eau exploitables sont localisées hors de ces zones.

Compte tenu de la croissance démographique continue et du développement agricole et industriel accéléré, on peut logiquement craindre que, dans un avenir proche, les ressources en eau disponibles ne suffiront plus à satisfaire tous les besoins.

Il semble donc raisonnable de rechercher dès à présent, les voies et moyens pour économiser la consommation, la ressource étant peu extensible. Plusieurs perspectives intéressantes s'ouvrent alors pour la recherche: L'application de systèmes d'irrigation peu consommatrices d'eau, et le développement de la production de matériel d'irrigation pour ces systèmes. Le Sénégal avait adopté depuis 1999 une stratégie nationale de développement de la petite irrigation. Actuellement (2009), une stratégie nationale, plus globale va être mise sur pied dans le cadre du

Programme National de Développement de l'Irrigation. Ce programme est en cours d'élaboration avec l'appui de bailleurs de fonds multilatéraux. Il va nécessiter un accompagnement par la recherche sur la promotion ou la mise au point de méthodes et systèmes de maîtrise et de gestion de l'eau agricole, de façon plus rationnée que les technologies actuellement en vigueur. Il en va de même de l'adoption de techniques de gestion de l'irrigation prenant en compte l'économie et le rationnement de l'eau en fonction besoins réels en eau des cultures irriguées pour un objectif de rendement donné. En effet d'importants résultats pouvant être mis à profit au Sénégal existent dans ce domaine dans d'autres pays.

L'avènement de la décentralisation avec le transfert de compétence dans la gestion des ressources naturelles aux collectivités locales, constitue un cadre propice à l'élaboration de stratégies pertinentes dans la gestion des ressources en eau locales dans la dimension économique. La recherche devra aussi s'orienter sur ce terrain qui implique une approche holistique.

Dans cette communication, un modèle de programmation linéaire permettant la maximisation de la marge brute globale d'une exploitation agricole irriguée a été développé en tenant compte des contraintes techniques, des activités communément pratiquées et de nombreuses contraintes de limitation des ressources notamment l'eau d'irrigation et la main d'œuvre disponible.

En utilisant le même volume d'eau moyen alloué, ce modèle a permis d'identifier, pour une exploitation type de 5.14 hectares d'un périmètre irrigué de la région de Nadhour en Tunisie, les meilleures combinaisons des cultures qui maximisent la marge brute globale de l'exploitation sur une période de 5 ans.

Le modèle a montré, entre autres, que des réductions ne dépassant pas 10 % du volume d'eau annuel alloué à l'exploitation entraînent des réductions limitées à 5.6 % de la marge brute globale. Les marges brutes réduites restent supérieures à celle observée jusqu'à une réduction du volume d'eau de 30 %.

Ainsi, éviter la surexploitation des ressources est possible grâce à des choix adéquats des systèmes culturels ainsi qu'une utilisation efficace et valorisante de l'eau d'irrigation.

L'auteur a commencé son communication en précisant les objectifs visés par la réalisation de deux essais,

entrepris par l'ORMVA du Haouz, portant sur l'irrigation localisée des céréales d'hiver, qui sont : permettre aux maraîchers pratiquant l'irrigation localisée de réaliser une rotation culturale incluant les céréales d'hiver sans changer de mode d'irrigation, d'une part et évaluer l'économie d'eau et les résultats économiques permis par l'irrigation localisée des céréales d'hiver, d'autre part.

#### **Essai mené au centre des techniques d'irrigation de Sâada :**

Déroulement de l'essai: superficie: 3000 m<sup>2</sup>, durée : décembre à mai, sol: limono-argileux, précédent cultural: tomate, technique d'irrigation: goutteurs intégrés (1 m x 0,5 m, 2 l/h sous un bar), engrais de fond et de couverture NPK, apports d'eau : Pluie efficace 129 mm, irrigation 300 mm avec pré-irrigation et enfin traitement phytosanitaire: désherbage chimique.

Résultats obtenus: Rendement en grains: 82 qx/ha, rendement en paille 233 bottes/ha, coût de production : 9.820 Dh/ha, valeur de la production: 23 296 Dh/ha, marge brute : 13 470 Dh/ha, valorisation de l'eau : 4,49 Dh/m<sup>3</sup>.

#### **Essai mené chez un agriculteur à Aït Ourir :**

Déroulement de l'essai : superficie: 9.400 m<sup>2</sup>, sol: texture équilibrée, précédent cultural: céréale, technique d'irrigation: goutteurs intégrés (1 m x 0,4 m, 2 l/h sous un bar) et enfin engrais de fond et de couverture NPK, irrigation : 287 mm.

Résultats obtenus : Rendement en grains : 66 qx/ha, rendement en paille 400 bottes/ha, coût de production : 9.300 Dh/ha, valeur de la production : 21.300 Dh/ha, marge brute : 12.000 Dh/ha, valorisation de l'eau : 4,18 Dh/m<sup>3</sup>.

En conclusion, ces premiers essais paraissent encourageants en ce qui concerne les résultats économiques et la possibilité offerte aux maraîchers de mise en œuvre d'une rotation culturale (maraîchage-céréales) dont les avantages ne sont plus à démontrer. En outre, ils peuvent être améliorés (choix de variétés ayant un meilleur potentiel de production et avancement de la date de semis).

NB : 100 Dh marocain = 12,7 Dollars US

**LE PLAN NATIONAL D'ECONOMIE D'EAU EN IRRIGATION (PNEEI):  
UNE RÉPONSE AU DÉFI DE LA RARÉFACTION DES RESSOURCES EN EAU**

**M. Belghiti<sup>1</sup>**

**UN CONTEXTE HYDRIQUE DE PLUS EN PLUS  
CONTRAIGNANT**

Le Maroc a adopté en 2007, une nouvelle stratégie pour le développement de l'agriculture baptisée le «lan Maroc Vert». Cette stratégie, qui a pour ambition de faire de l'agriculture un moteur de la croissance de l'économie nationale, s'articule autour de 2 piliers :

- (i) le développement d'une agriculture moderne à haute valeur ajoutée et
- (ii) la mise à niveau d'une agriculture sociale et solidaire pour la lutte contre la pauvreté.
- (iii) et de mesures transverses pour lever les contraintes au développement de l'agriculture notamment les contraintes liées au foncier à l'eau...

Pour faire face à la raréfaction croissante des ressources en eau le Gouvernement a adopté un ambitieux Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) qui s'inscrit dans la composante transverse du Plan Maroc Vert. Si l'économie d'eau dans le secteur de l'irrigation au Maroc est ancienne, ce programme présente la particularité d'être préparé dans un contexte particulier caractérisé par:

**Sur le plan de l'offre en eau**

Toutes les études et réflexions sur la planification des ressources en eau entreprises ces dernières années (Plan National de l'Eau, Débat National de l'Eau, Actualisation des PDAIRE encours, Etudes et stratégies d'adaptation aux changements climatiques....) confirment la tendance lourde à la raréfaction des ressources en eau au Maroc. Cette tendance est particulièrement critique dans les bassins de l'Oum Rbia, du Tensift, du Souss Massa et de la Moulouya qui représentent environ 67 % des superficies irrigables en grande hydraulique; - la saturation de la ressource en eau dans les bassins hydrauliques sus mentionnés où les possibilités de mobilisations de nouvelles ressources sont pratiquement marginales voire contre productives, puisque dans ces bassins les capacités des retenues sont largement sur- dimensionnées par rapport aux apports d'eau. La situation du bassin de l'Oum Rbia est plus qu'éloquente à cet égard puisque la mise en service du barrage Al Hansali en 2002 avec une capacité de retenue importante de l'ordre de 700 millions de m<sup>3</sup>, n'a pratiquement pas eu d'impact significatif en termes de

mobilisation des ressources en eau pour les périmètres du Tadla et des Doukkala ;

**Sur le plan de la demande en eau**

- la montée en puissance de la demande en eau agricole dans la plupart des bassins hydrauliques où les superficies aménagées ont pratiquement atteint leur potentiel et où les ressources en eau mobilisées accusent des déficits en eau structurels depuis près d'une décennie par rapport aux prévisions des plans directeurs d'aménagement intégré des ressources en eau (PDAIRE) ;
- Les restrictions des ressources en eau dans les bassins de la Moulouya, de l'Oum Er Bia(Tadla, Doukkala, Tessaout), du Tensift(Haouz central), du Souss Massa sont exacerbées par les fortes augmentations des demandes en eau potable des agglomérations urbaines et des grands projets touristiques et de golfs dont les demandes en eau ne sont pas prévues par les PDAIRE particulièrement pour les villes de Marrakech, Agadir, Saïdia ....

A l'évidence l'agriculture irriguée est le secteur le plus impacté par les restrictions d'eau de par « l'effet de ciseau » de l'augmentation imprévisible de la demande en eau potable (qui bénéficie de la priorité en terme d'allocation en situation de pénurie) d'une part et de la baisse des apports d'eau aux barrages d'autre part. En d'autres termes, toutes les restrictions sont répercutées sur l'agriculture irriguée avec toutes la panoplie d'impacts négatifs sur la productivité des cultures, le taux d'intensification cultural....qui se traduisent in fine par des impacts négatifs sur les niveaux de production et sur les revenus agricoles.

**L'INDISPENSABLE INNOVATION  
CONCEPTUELLE ET D'APPROCHE**

Dans un contexte hydrique aussi tendu, le concept d'économie d'eau revêt un caractère particulier. En fait, il s'agit de sauvegarder le potentiel productif des périmètres d'irrigation qui ont toujours constitué des pôles de création de richesses et d'emplois pour des régions entières et pour l'économie nationale. La sauvegarde de ces périmètres d'irrigation passe non seulement par l'adoption des techniques d'irrigation les plus économes en eau mais surtout par le développement des systèmes de mise en valeur agricoles qui valorisent les ressources en eau limitées. En effet, le

*1. Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole • Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime,,Rabat*

véritable gisement d'économie d'eau dans des situations de stress hydrique se situe au niveau de l'amélioration de la productivité et de la valorisation de l'eau. En d'autres termes, il s'agit de produire d'avantage de richesse (de production agricole, de valeur ajoutée, d'emplois..) par m<sup>3</sup> d'eau.

Dans ce sens, le PNEEI a introduit plusieurs innovations majeures en ce qui concerne l'approche et les leviers pour promouvoir l'économie d'eau et sa valorisation:

- Depuis plusieurs années, les pouvoirs publics ont exprimé la volonté d'accélérer la modernisation des systèmes d'irrigation. Cette volonté politique implique de nouvelles approches concrétisées dans le cadre du PNEEI par les projets de modernisation collective des systèmes d'irrigation dans les périmètres de grande hydraulique. Il s'agit pour l'Etat d'agir par :

(i) non seulement les incitations financières aux promoteurs individuels des projets d'économie d'eau qui ont montré leurs limites dans les périmètres de grande hydraulique puisque à peine 34.900 ha sont convertis à l'irrigation localisée soit à peine 5 % des superficies aménagées par les soins de l'Etat depuis plus de 2 décennies ;

(ii) mais surtout par la création des conditions hydrauliques et de mise en valeur favorables à la reconversion aux techniques d'irrigation économes en eau et à la modernisation globale des systèmes de production. A l'évidence, il ne s'agit pas de moderniser de façon autoritaire les systèmes d'irrigation au risque de déresponsabiliser les agriculteurs qui sont les acteurs clé dans ce processus de modernisation. Les solutions à rechercher sont probablement autant sociales qu'économiques et techniques, à travers notamment un changement volontaire où les pouvoirs publics jouent un rôle de catalyseur pour aider les agriculteurs à moderniser leurs systèmes de production et garantir leurs revenus tout en valorisant les ressources en eau limitées qui leur sont allouées ;

- C'est pour s'assurer de l'adhésion des agriculteurs au processus de modernisation collective que le PNEEI a introduit l'approche partenariale et participative. Cette approche commence par une analyse de la demande sociale des agriculteurs pour bien comprendre les contraintes à l'adoption des techniques économes en eau et à la valorisation de l'eau et pour leurs apporter les réponses adéquates et se termine par une contractualisation tripartite entre l'Etat, les agriculteurs et les opérateurs de l'aval agricole (agro-industries, chaînes de commercialisation, ...)

- La modernisation de l'agriculture irriguée sera désormais conçue dans le cadre d'une vision globale qui intègre la recherche et la promotion de la valorisation des productions agricoles dans les bassins de production.

## OBJECTIFS DU PROGRAMME

En effet, seule une stratégie cohérente à tous les niveaux est capable de conduire au succès espéré. Cette stratégie touche tous les niveaux du problème et nécessite des innovations non seulement sur les plans économiques et techniques toujours mis en avant, mais aussi en matière d'ingénierie socio institutionnelle.

Le PNEEI vise la reconversion à l'irrigation localisée de près de 550.000 ha en 15 ans comprenant :

- les périmètres de grande hydraulique(GH) : 395 090 ha dont les reconversions collectives concerneront une superficie totale de 218 000 ha. Dans ces périmètres d'irrigation qu'il s'agit d'accélérer la modernisation les systèmes d'irrigation collectifs pour déverrouiller les contraintes de productivité et de valorisation de l'eau ;

- les zones d'Irrigation individuelle privée (IP) : 160 000 ha correspondant à 50% de la superficie irriguée en gravitaire. Dans ces zones, il s'agit d'actionner les nombreux leviers tant financiers, incitatifs, institutionnels...pouvant être mis en place pour augmenter le rythme de reconversion à l'irrigation localisée.

Au terme de la réalisation de ce programme, la superficie convertie en irrigation localisée atteindra près de 700 000 ha, soit environ 50% de la superficie équipée pour l'irrigation.

## CONSISTANCE DU PROGRAMME

Le programme comprend cinq composantes:

1. les modernisations collectives des périmètres de grande hydraulique (y compris la mise à niveau des réseaux d'irrigation);
2. les modernisations individuelles ;
3. la valorisation des productions agricoles;
4. le renforcement du conseil technique ;
5. et d'autres mesures d'accompagnement telles que simplification des procédures d'octroi des aides financières de l'Etat, l'organisation des professions qui interviennent dans le secteur, la normalisation..etc

Le coût global du PNEEI est estimé à près de 37 Milliards de Dirhams comprenant aussi bien 30 Milliards de Dirhams pour les investissements physiques et 7 Milliards de Dirhams pour les mesures d'accompagnement institutionnelles, de renforcement des capacités.....

Composante	Coût (MDh)	Pourcentage(%)
Modernisations collectives	16 206	44%
Modernisations individuelles	13 701	37%
Valorisation agricole	1 200	3%
Renforcement de l'appui technique	610	2%
Mesures d'accompagnement	3 095	8%
Imprévus physiques et financiers	2 089	6%
<b>Total</b>	<b>36 901</b>	<b>100%</b>

### EFFETS ATTENDUS DU PROGRAMME

Les principaux effets attendus du PNEEI portent sur:

- l'économie d'eau de 20 à 50% par réduction des pertes d'eau évitables tant au niveau des réseaux de distribution qu'au niveau de l'application de l'eau à la parcelle, permettant ainsi de réduire à terme les déficits enregistrés au niveau des périmètres de GH de près de 700 Mm<sup>3</sup>/an et de réduire le déstockage des nappes de près de 740 Mm<sup>3</sup>/an;
- la réduction de la vulnérabilité de l'agriculture irriguée aux changements climatiques ;
- l'augmentation de la productivité de l'eau de 10 à 100% selon les cultures ;

- l'augmentation de la valorisation de l'eau de près 114% pour atteindre au terme du programme environ 5,12 Dh/m<sup>3</sup>;
- l'augmentation significative des revenus agricoles ;
- l'augmentation de la production agricole nationale et la contribution au rééquilibrage de la balance commerciale alimentaire ;
- le maintien des emplois menacés par la raréfaction des ressources en eau et la création de nouveaux emplois. Le taux de rentabilité économique interne du programme est estimé à 22,4%.

**Key-words:** beneficial water use, water wastages and losses, water productivity, economic water productivity, water conservation, water saving

## SITUATION ACTUELLE DES DÉCHETS SOLIDES ET PERSPECTIVES DE SON DÉVELOPPEMENT

**Direction de l'Eau et de l'Assainissement  
DGCL, Ministère de l'Intérieur, Maroc**

la plupart des villes du Royaume ont enregistré au cours des dernières années une importante évolution qui s'est traduite par une forte croissance de la population urbaine accompagnée d'une intense urbanisation avec parfois le développement de quartiers périphériques.

Cette situation a rendu de plus en plus ardue, les opérations de collecte, d'évacuation, et d'élimination des quantités importantes de déchets ménagers et assimilés.

C'est ainsi que plusieurs efforts ont été déployés par les collectivités locales, qui de part la charte communale sont responsable de la gestion du secteur des déchets ménagers, ce qui a permis de professionnaliser les services rendus aux citoyens au profit de 60% de la population urbaine par le biais d'entreprises privées spécialisées dans ce domaine.

Conscient de la nécessité d'accompagner les collectivités locales dans ce processus de modernisation de leurs services de déchets et pour pallier aux insuffisances accusées en matière des équipements, d'organisation et de gestion du secteur, le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Eau et de l'Environnement, ont établi conjointement un programme national des déchets ménagers étalé sur une période de 15 ans et qui concerne toutes les villes et centres urbains, y compris ceux ou celles dont la gestion des services de propreté a été déjà déléguée à des opérateurs privés.

Les principaux objectifs de ce programme sont notamment de:

- atteindre un taux de collecte satisfaisant (90%) ;
- réaliser des décharges contrôlées des déchets ménagers au profit de toutes les communes ;

- réhabiliter toutes les décharges existantes, après leur fermeture ;
- professionnaliser ce secteur ;
- organiser et développer la filière de « tri-recyclage-valorisation ».

Le coût global dudit programme est estimé à 37 milliards de dirhams TTC, correspondant à l'exécution des prestations et travaux suivants :

- 27,7 milliards de DH pour les services de collecte et nettoyage ;
- 5,6 milliards de DH pour la réalisation de décharges contrôlées ;
- 2,4 milliards de DH correspond à la réhabilitation des décharges existantes ;
- 1,5 milliards de DH pour le développement de la filière «Tri-Recyclage-Valorisation», la communication, la sensibilisation et la formation.

Le financement de ce programme sera assuré notamment par les ressources propres des Collectivités locales et la contribution de l'État et de la Coopération internationale.

- Outre ses objectifs divers de protection de la santé publique, des ressources hydriques et de l'environnement en général, le Programme National des Déchets Ménagers se veut un outil de planification devant avoir des impacts positifs sur d'autres secteurs connexes à savoir, le tourisme, l'emploi et l'agriculture.

## ASSAINISSEMENT ÉCOLOGIQUE RURAL - PROJET PILOTE DU DOUAR DAYET IFRAH

Y. Abarghaz<sup>1</sup>

### Résumé

Des systèmes sanitaires en bon fonctionnement sont l'un des besoins primaires pour assurer confort et qualité de vie pour toute agglomération humaine. Des toilettes inadéquates et/ou un traitement insatisfaisant des eaux usées constituent une menace sanitaire pour les habitants et contribuent à la pollution de l'environnement en général et des eaux superficielles et souterraines en particulier. Cependant, il n'est pas nécessaire d'employer l'eau pour avoir des toilettes modernes et hygiéniques. Les technologies d'assainissement écologique « ecosan » offrent une variété de choix pour les maisons rurales ainsi que pour les salles de bains les plus élégantes. Elles permettent de :

- économiser l'utilisation de l'eau potable
- être installé et maintenu par chacun de nous ;
- rendre la gestion facile des eaux usées ;
- collecter et piéger les nutriments et protéger les ressources hydriques ;
- éviter la pollution des eaux souterraines et superficielles ;

- produire et récupérer le biogaz pour des éventuelles utilisations domestiques ou publiques.

Pour tester l'expérimentation d'une telle approche, le village de Dayet Ifrah au Maroc a été choisi comme localité marocaine rurale pilote. Grâce aux séances de sensibilisation intenses et à l'esprit associatif de la population régie par la Jmaâ (Groupe des plus âgées personnes à qui revient la prise de décision des affaires communautaires). Il a fallu trois (3) mois pour aboutir en commun accord à identifier une liste de bénéficiaires des installations pilotes ecosan. La population et l'autorité locale ont fait preuve de solidarité et de collaboration, ce qui a contribué fort à l'introduction de l'approche ecosan sans difficulté.

Ainsi, le village de Dayet Ifrah a été un espace favorable de recherche pour la promotion de l'assainissement écologique rural (ecosan). Ladite recherche s'inscrit dans le cadre des initiatives d'actions de développement lancées par l'Office National de l'Eau Potable qui œuvre à promouvoir les systèmes d'assainissement à faible coût.



gtz



Chaire UNESCO « Eau, Femmes et Pouvoir de Décisions »



1. ONEP - Maroc

## IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RESSOURCES EN EAU AU MAROC

A. Ben Abdelfadel

Au Maroc, la maîtrise de l'eau revêt un caractère vital en raison du contexte climatique et hydrologique difficile. Les régimes des précipitations varient d'une région à l'autre tout en restant dominés par une forte irrégularité dans l'espace et dans le temps, de façon saisonnière et interannuelle. L'alternance de séquences d'années de forte hydraulicité et de séquences de sécheresse sévère, pouvant durer plusieurs années, est un caractère marquant de régime climatique et hydrologique du Maroc.

Si les problèmes de l'eau sont surtout ressentis à travers les sécheresses, le Territoire marocain, malgré son caractère semi-aride ou aride, est soumis, comme tous les pays du pourtour Méditerranéen, à des crues importantes qui peuvent être très dommageables aussi bien pour les infrastructures publiques ou privées que pour l'agriculture, et causer de nombreuses victimes parmi la population.

Le phénomène des inondations n'est pas récent au Maroc, mais il a commencé à être ressenti plus fortement durant la dernière décennie, en raison d'une part, de la croissance démographique, de l'essor économique et du développement urbain, agricole, industriel et touristique qui entraînent une occupation croissante des zones vulnérables et d'autre part, de l'augmentation de l'occurrence de forts orages localisés à l'origine de crues rapides et violentes.

Le cas des événements catastrophiques de l'Ourika en 1995, d'El Hajeb en 1997, de Settat et Mohammedia en novembre 2002 et tout récemment de Missour, de Nador, d'Errachidia, du haut Sebou en octobre 2008, sont toujours présents à l'esprit.

Les barrages réalisés ont joué un rôle primordial dans la protection des villes et des plaines contre les inondations. De même l'amélioration des prévisions

météorologiques a permis d'atténuer ou de lutter contre les effets destructeurs des crues.

A ce contexte des phénomènes extrêmes s'ajoute, d'autres facteurs tel que la rareté de la ressource en eau, sa valorisation, les problèmes de surexploitation des nappes, la pollution et la demande croissante. C'est grâce à une gestion efficace du secteur de l'eau que le Maroc a réussi à satisfaire la demande en eau et à soutenir son développement socio-économique avec un réel succès.

A présent le Maroc vit une phase de transition (transition socio-économique, démographique, changements climatiques), vers un avenir où les conditions seront très différentes de celles qui ont caractérisé l'histoire récente du secteur. Pour y faire face, une nouvelle stratégie nationale de secteur de l'eau est cours de mise en œuvre. Elle intègre non seulement des solutions de mobilisation importantes seront nécessaires mais aussi une gestion rigoureuse de la demande. Et cela à travers les grands axes suivants:

- Gestion de la demande en eau et valorisation de l'eau;
- Gestion et développement de l'offre;
- Préservation et protection des ressources en eau, du milieu naturel et des zones fragiles;
- Réduction de la vulnérabilité aux risques naturels liés à l'eau et aux changements climatiques;
- Poursuite des réformes réglementaires et institutionnelles;
- Modernisation des systèmes d'information et renforcement des moyens et des compétences

\*. Direction de la Recherche et de la Planification en Eau, Secrétariat d'Etat à l'Eau et à l'Environnement, Maroc

## GESTION DES PERIMETRES IRRIGUES DE GRANDE HYDRAULIQUE DU HAOUZ DANS UN CONTEXTE DE RARETE DES RESSOURCES EN EAU

A. Sbai<sup>1</sup>, F. Sghir<sup>1</sup>

Dans La région du Haouz caractérisée par la prédominance d'un climat semi aride, sous l'effet des sécheresses récurrentes,(résultant des changements climatiques), les ressources en eau deviennent de plus en plus rares, en termes de précipitations ,d' apports au niveau des barrages ainsi que de stocks au niveau des nappes .

L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole en tant qu'Organisme mandaté par l'Etat pour assurer entre autres la gestion des ressources en eau dans sa zone d'action, a aménagé de 1969 à 2002 une superficie de 144 6 00 Ha en grande Hydraulique répartie en trois grands Périmètres : Tessaout Amont : 52 000 Ha, Tessaout Aval : 44 000 Ha et Haouz Central : 48 600 Ha.

Les volumes normaux prévus, par les PDAIRES(\*\*), d'être lâchés pour l'irrigation en année normale avoisinent 890 Mm<sup>3</sup>, alors que Le volume moyen distribué par l'Office durant les dix dernières années au niveau de ces périmètres ne dépasse pas 450 Millions de m<sup>3</sup> et ne permet de couvrir que 50 % des besoins agricoles normaux.

Cette situation de pénurie d'eau pour l'Agriculture, est amplifiée d'une part par la forte croissance de la

demande non agricole notamment, pour l'Alimentation en eau potable des Villes comme Marrakech et Elkélaa des Sraghnas, et touristique par la création de nouveaux parcours de golfs..., et d'autre part par une sous maintenance des équipements hydro agricoles en raison de l'insuffisance des crédits alloués par l'Etat.

Pour faire face à cette situation, l'Office du Haouz a mis au point des stratégies de gestion de l'eau pour atténuer l'impact du déficit hydrique et assurer un meilleur usage de l'eau,

Ces stratégies sont confortées par l'avènement du programme national d'économie d'eau en irrigation visant la rationalisation de l'utilisation des ressources en eau à travers son économie et sa valorisation,

La préparation de contrat plan entre l'Office et l'Etat dont l'un des objectifs est d'assurer l'amélioration du service de l'eau à travers la réforme tarifaire et l'affectation des recettes de l'eau à la maintenance, constitue également une opportunité pour l'Office visant à assurer la durabilité des équipements hydro agricoles.

## LANDSCAPE PRIORITIZATION TECHNIQUES FOR WATER-RELATED ECOSYSTEM SERVICES

D. Ennaanay<sup>2</sup>, S. Wolny<sup>2</sup> & G. F. Mendoza<sup>3</sup>

Water in ecosystem services is gaining attention globally, regionally and locally and drawing, sometime forcing, many policy decisions. This paper presents and describes modeling tools and techniques to help assess ecosystems services using globally available data and that are fundamentally spatially distributed by their application at pixel level. Unlike many models, the Natural Capital Project InVEST tools are catered specifically to linking the provisioning and regulating processes in the landscape to ecosystem service demand points. These tools are built in Arc GIS framework, considered simplistic distributed hydrologic models, and developed based on widely known and simplified

hydrologic laws. These GIS based models include water yield, water recharge index, storm peak, water quality, and sediment yield. They bring tools that need minimum data requirements to understand linkages and processes fairly quickly, describe simple but generalized hydrologic processes, and quantify landscape impacts on each ecosystem service and prioritize landscape planning with respect to quantity, quality, and retention for support of watershed management. Bundling these models using landscape prioritization schemes based on stakeholders goals allow decision makers to better manage watersheds by identifying largest contributors to services of interest for sustainable development.

1. Ingénieurs à l'ORMVA du Haouz, Marrakech, Maroc

\*\* . Plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau des bassins Tensift et Oum Erbiaa

2. Natural Capital Project, Stanford University, CA, USA

3. US Army Corps of Engineers, Alexandria, VA, USA

## VALORISATION ÉCONOMIQUE DE L'EAU D'IRRIGATION AU NIVEAU D'UN BASSIN VERSANT : APPROCHES ET ÉVALUATION.

M. Rachid Doukkali<sup>1</sup>, V. Passoule<sup>2</sup>, A. Rmichi<sup>3</sup> & A. Sow<sup>3</sup>

L'analyse de la valorisation de l'eau à long terme était basée sur l'approche filière. Alors que cette approche présente un intérêt certain, ses applications ont souvent limité sa portée. Le plus souvent, son usage a été limité à une année particulière ce qui ne permet pas de tenir compte de la variabilité temporelle des conditions sur les marchés et des disponibilités des facteurs, en particulier l'eau d'irrigation. Beaucoup plus important, l'approche filière ne permet de tenir compte des interactions et/ou compétitions pour les ressources au sein des systèmes de production. De même, l'approche filière ne permet de tenir compte à un niveau plus large de la compétition pour la ressource eau entre les unités de production agricoles et entre l'agriculture et le reste des secteurs usagers de la ressource eau au niveau d'un bassin versant. Après une évaluation de la valorisation de l'eau

par l'approche filière pour les principales filières de production agricoles au niveau de la zone du Souss-Massa et une discussion de l'intérêt et des limites d'une telle approche dans la prise de décision collective, le présent complète cette évaluation basée sur des résultats obtenus à l'aide d'un modèle économique de gestion intégrée au niveau du bassin versant. Le modèle proposé intègre à la fois les contraintes agronomiques, hydrologiques et économiques. En plus des différents systèmes de production et les différentes sources d'eau (eau de surface et eau souterraine), ce modèle reflète la compétition pour la ressource eau au sein du bassin entre l'agriculture et les autres secteurs de l'économie et permet d'évaluer la valorisation de la ressource dans différentes conditions de disponibilité.

## APPROCHE METHODOLOGIQUE DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN AU DANS UN CONTEXTE DE RARETE

F. Karaoui<sup>4</sup>, H. Bergaoui<sup>5</sup>, A. Guesmi<sup>5</sup>, M. Slimani<sup>5</sup>, J. Tarhouni<sup>5</sup>

Le développement de l'exploitation des phosphates dans le bassin minier de Gafsa s'est accompagné par une demande en eau sans cesse croissante par les différents secteurs en expansion (industrie, eau potable et agriculture). Cette demande a engendré une surexploitation de certaines nappes, uniques ressources potentielles du bassin, et un conflit d'usages du aux intérêts divergents des différents usagers. Parallèlement aux conditions limitatives liées aux caractéristiques géographiques et climatiques du bassin minier, l'importance des besoins socio-économiques accentue la tension entre l'offre et la demande et laisse présager des situations de conflits et de pénuries à un horizon proche.

Dès lors une gestion des ressources s'est imposée, bien que cette gestion a eu le mérite de préserver relativement la ressource, elle a été limitée par des approches sectorielles qui considéraient presque exclusivement l'aspect approvisionnement. En effet, ce mode de gestion reste très empirique et sectoriel, il n'assure pas la durabilité des ressources eu égard aux actions non coordonnées et fragmentées dans un contexte de rareté de l'eau.

Dans ce travail, on propose une méthodologie de gestion intégrée des ressources, processus nécessaire pour le

développement durable, l'attribution et le suivi de l'utilisation des ressources en eau visant à satisfaire des objectifs sociaux économiques et environnementaux du bassin phosphatier à l'horizon 2025. A cette fin, ont été élaborés des modèles sectoriels de simulation prévisionnelle de scénarios climatiques ainsi que l'évolution tendancielle de la demande, de bilans hydrologiques et hydrogéologiques ; modèles qui constituent les piliers d'un modèle de gestion intégrée ressources – usages.

La combinaison de ces modèles suivant un schéma conceptuel mettant en relation les ressources et les usages et intégrant les options de gestion économiques. Pour le bassin minier de Gafsa, les options de gestion retenues se résument à trois types d'actions : préservation de la ressource, augmentation de la réserve et réutilisation des eaux usées. Outre l'évaluation de la situation actuelle et les tendances futures, le modèle établi sur ces bases permettra dans une étape ultérieure d'élaborer un outil d'aide à la décision « Decision Support System » pour la gestion intégrée de l'eau dans le bassin minier de Gafsa.

1. Professeur d'économie appliquée, Département des Sciences Humaines. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.  
Tél: 035 77 74 35. email : mr.doukkali@iav.ac.ma

2. Ingénieurs Agro-Economistes.

3. US Army Corps of Engineers, Alexandria, VA, USA

4. Faculté des sciences à Gafsa

5. Institut National agronomique de Tunisie.

## IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN VERSANT DU NAKAMBE (BURKINA FASO)

H. Karambiri<sup>1</sup>, H. Yacouba<sup>1</sup>, B. Ibrahim<sup>1</sup>, J. Fotie<sup>1</sup>

Plusieurs études récentes ont permis d'apprécier l'évolution historique des paramètres climatiques (pluie, température, évapotranspiration) et des ressources en eau de surface au Burkina Faso. Pour ce qui est du bassin du Nakambé, les résultats montrent une tendance à l'augmentation des écoulements de surface. Afin d'évaluer l'impact du climat futur sur les ressources en eau de surface dans ce bassin, les scénarii SRESA2 et SRESB2 ont été retenus car correspondant au contexte socio-économique et à la politique d'émission des gaz à effet de serre du Burkina. Le modèle MAGICC/SCENGEN a été utilisé pour la simulation du climat futur. Deux modèles de circulation générale (MCG) ont été retenus : le modèle HADCM3-A2 qui produit des scénarii climatiques avec une tendance à l'augmentation des pluies annuelles de l'ordre de 3.3% et 10% en 2020 et 2050, et le modèle CSIRO-A2 qui fournit des pluies à la baisse de l'ordre de -2.8% et -8% en 2020 et 2050. Les impacts des projections sur les écoulements de surface ont été évalués à l'aide du

modèle hydrologique GR2M. Les résultats indiquent une augmentation de 34% (HADCM3-A2) et une baisse de 10% (CSIRO-A2) du débit annuel en 2020 par rapport à la période de référence 1961-1990. En 2050, le modèle HADCM3 indique une hausse de 73% alors que CSIRO fournit une baisse de l'ordre de 6% par rapport à la période de référence. Les mois les plus pluvieux (juillet, août et septembre) connaissent respectivement une variation du débit mensuel de +21%, +31% et +24% avec HADCM3 en 2020 et une variation de +40%, +71% et 63% en 2050. Cependant ces mêmes mois subissent une variation mitigée et faible en 2020 et 2050 en ce qui concerne le modèle CSIRO. Tous ces résultats préliminaires seront affinés dans le cadre du programme AMMA par l'utilisation des scénarii climatiques générés par ENSEMBLES et une prise en compte plus réaliste de l'environnement physique dans le modèle hydrologique.

**Mots clés :** Changement climatique, Ressources en eau, Nakambé, AMMA, Sahel, Burkina Faso.

## MODELLING THE INTERACTION BETWEEN SHALLOW AND DEEP GROUNDWATER

E. Bresci<sup>2</sup>, M. Falciai<sup>2</sup> & T. Letterio<sup>2</sup>

The following note purposes the application of a physical model (SWAP) to a system characterized by the joined presence of shallow and deep groundwater and an agricultural drainage system, aiming at the characterization of soil and water salinization process. The SWAP model has been developed by the University of Wageningen (Wageningen University Soil Physics, Ecohydrology and Groundwater Management Group) and the Alterra-team Integrated Water Resources Management and it is nowadays widely utilized for agro-hydrology applications. The model is able to simulate the main soil agro-hydrological process in one-dimension (evapotranspiration, root water uptake, water movement, drainage, and solute dynamics). The model is also able to take into account the physical processes

regulating the transpiration phenomenon depending on the crop and soil water characteristics (quality and quantity). Simulations will be carried out applying the model under different natural situations, translated by variations in the bottom boundary conditions, allowing to reproduce changed conditions in terms of quality and quantity of the deep groundwater. Trials will be made also considering the influence of variations in irrigation water quantity and quality. The model output results, coming from simulations of different agricultural drainage systems, will be analyzed for interpreting the effect on the interaction between shallow and deep groundwater. The quality of the drainage water will be also interpreted for the evaluation of the salt balance within the soil profile for a given period of time.

1. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement 2IE (ex Groupe EIER-ETSHER), 01 BP 594 Ouagadougou 01, Burkina Faso, Correspondant auteur : harouna.karambiri@2ie-edu.org

2. Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università di Firenze - Via San Bonaventura, 13 - 50145 Firenze elena.bresci@unifi.it

## VARIABILITE SAISONNIERE DE L'ACCUMULATION ET DE LA FONTE DU MANTEAU NEIGEUX DANS LE BASSIN VERSANT DE RHERAYA (HAUT ATLAS MAROCAIN) ORALE

A. Boudharoudhar<sup>1</sup>, L. Hanich<sup>1</sup>, G. Boulet<sup>2</sup> & A. Chehbouni<sup>2</sup>

Le manteau neigeux constitue un paramètre important du cycle hydrologique dans les bassins versant de la chaîne du Haut Atlas marocain. Malgré l'importance de cette composante, les études effectuées à ce sujet au Maroc sont plus rares. Devant la forte croissance de la consommation des eaux et aussi suite aux années de sécheresse qu'a connu le Maroc, il est nécessaire de bien comprendre les processus du bilan hydrique à l'échelle du bassin versant. Face à cette importance de la neige, il devient fort intéressant de faire appel à des outils de modélisation dans le but de faire le suivi complet du manteau neigeux par la simulation des différents processus physiques agissant sur le couvert nival. En sens, la présente recherche vise à évaluer la capacité d'adaptation de deux modèles de fonte, aux conditions climatique des montagnes semi-arides du Maroc. Il s'agit ici d'un modèle simple de type degré-jour et un modèle de bilan d'énergie multicouche ISBA-ES. Le site d'étude choisi est la station d'acquisition des données météorologiques d'Oukaimden, installée en mars 2003 à 3200 mètres d'altitude sur le couvert nival dans le cadre du projet franco-marocain « SudMed ».

Dans ce site, on dispose les données essentielles pour la mise en route d'un modèle de fonte et avec une série temporelle importante (depuis 2003). En plus des données enregistrées à la station météorologique, une série de données mesurées in situ est disponible, après des campagnes de mesures des densités, hauteurs et équivalent en eau effectuées en 2007/2008 dans le plateau d'Oukaimden sur 8 points de mesure. Ces dernières sont servies pour corriger les hauteurs de neige et estimer les équivalents en eau en temps continue à la station météo afin de calibrer les deux modèles de fonte. Les résultats des périodes d'étalonnage et de validation sont acceptables pour les deux modèles. Vue le nombre élevé des paramètres utilisés par le modèles ISBA-ES, on peut considérer que le modèle degré-jour reste le seul à appliquer pour des applications spatialisées à l'échelle du bassin versant puisqu'il nécessite qu'un seul facteur, la température de l'air, fréquemment mesurée et spatialisé.

**Mots clés :** Manteau neigeux, Fonte, Degré-jour, ISBA-ES, Haut Atlas.

## FAUT IL-DRAINER SOUS IRRIGATION LOCALISEE DANS LA PLAINE DU GHARB?

A. Taky<sup>3</sup>, A. Hammani<sup>4</sup> & A. Debbarh<sup>4</sup>

Avec une moyenne annuelle de 570 mm, la plaine du Gharb est l'une des plaines les plus pluvieuses du Maroc. Plus de 80% des précipitations ont lieu entre les mois de novembre et mars, engendrant des stagnations et des engorgements et impact sur la production des cultures hivernales. Cette situation a fait du drainage et de l'assainissement agricoles un impératif pour la mise en valeur de la plaine du Gharb

Pendant longtemps, la notion de drainage a été liée à l'évacuation des excès d'eau par des écoulements souterrains vers des tuyaux enterrés. Les écoulements de surface ne sont considérés qu'à partir du point aval de la parcelle agricole lorsque les eaux de drainage souterrain sont évacuées dans les réseaux d'assainissement. Peu d'importance est accordée au drainage de surface alors qu'il peu jouer un rôle important dans l'évacuation des excès d'eau. (Hammani, 2002 ; Taky, 2008).

La superficie aménagée actuellement en grande hydraulique dans la plaine du Gharb est de 114.000 ha (gravitaire, aspersion et basse pression) dont plus de 90.000 ha sont dotés d'un drainage profond par tuyaux enterrés. Le recours à l'irrigation localisée comme mode d'irrigation à la parcelle pour les aménagements futurs et pour la reconversion en irrigation localisée, prévus dans le cadre du Plan Maroc Vert, pose la question d'opportunité du drainage sous irrigation localisée et du poids à accorder au drainage de surface par rapport au drainage souterrain. A travers des analyses de fonctionnement de drainage en termes de bilans hydriques et de sels, le présent article tente d'apporter une réponse à ces questions.

**Mots clés :** Drainage agricole, irrigation localisée, périmètre irrigué, Gharb

1. Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, av. A. Khattabi, BP. 549, Marrakech, Maroc. Email boudhar22@yahoo.fr

2. CESBIO (Université de Toulouse, CNRS, CNES, IRD), 18 Av. Edouard Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse cedex 9 (France).

3. Office régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb, Kénitra, Maroc

4. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

LES IMPACTS POTENTIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES CLIMATIQUES DU TOURISME CAS DE L'ALGERIE ORIENTALE

THE POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATIC CHANGE ON SURFACE WATER RESOURCES, CASE OF EASTERN ALGERIA

S. Sabba<sup>1</sup> & A. Medjerab<sup>2</sup>

Le tourisme en Algérie orientale est très largement concentré dans les régions côtières et tout spécialement sur la frange littorale. Il présente en outre un caractère fortement saisonnier, avec une période de pointe de l'ordre d'une trentaine de jour. Le climat constitue dans cette région un moteur essentiel de l'activité touristique et récréative. A partir du moment où les réputations et les choix de destinations se fondent sur les images que le climat génère, le changement climatique annoncé pour les décennies à venir, en relation avec une intensification de l'effet de serre d'origine anthropique, peut transformer la nature, la configuration et la saisonnalité du tourisme, national et plus encore international. La région d'étude dispose de potentialités climato-touristiques importantes qui permettent de diversifier le produit. L'objectif de cette étude est d'évaluer les conditions climatiques dans les différentes régions et de dégager les potentialités climato-touristiques dans leur diversité spatio temporelle en vue d'une meilleure perception et valorisation de cette ressource naturelle au niveau de différentes saisons et régions.

**Mots-clés:** Climat, Algérie orientale, tourisme, changement climatique.

From the daily data of 20 stations of the national network of the national agency of hydraulic resources, an analysis climatic variation was performed over the period (1913-2006). The monthly and seasonal changes reflect by an increase of minimal and maximum temperatures. The reduction of the most cold periods reflects through an increase of the number of hot days in winter and autumn, for a least measure, by a reduction of annual hoarfrost frequency. The cumulative of rainfall less varied and no regional tendency is observable. The most clear tendency is a reduction of the frequency of days without rain mainly in spring and in autumn. The period of insolation tends to increase the reduction of supplies to the main dams of the region is discussed as possible reasons for these variations.

**Key words:** climatic change, seasonal tendency, temperature, haste, lasted of sunstroke, impact and means in water of surface, eastern Algeria.

IRRIGATION TO COPE WITH WATER SCARCITY: WATER USE, CONSERVATION AND SAVING WITH CONSIDERATION OF NON-TECHNOLOGICAL ISSUES TO SUPPORT A NEW PARADIGM<sup>3</sup>.

Luís S. Pereira<sup>4</sup>

Water use concepts and performance are useful in analysing water conservation and saving aimed at coping with water scarcity. New indicators are proposed to include the consideration of water reuse and assist in identifying beneficial and non-beneficial water uses. An analysis of water productivity concepts, including economic water productivity, useful in irrigation and for other uses is included. These approaches are discussed aiming at developing common approaches and a

common understanding of issues for efficient water use.

Various issues relative to surface, sprinkler and microirrigation are presented calling attention to the need for considering non-technical issues as a condition for the practical implementation of technological innovations aimed at reducing the demand for water and support farmers in coping with water scarcity.

1. Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et Aménagement du Territoire - Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

2. BP : 32 El – Alia Bab-Ezzouar 16111, Alger- Algérie - E-Mail: \* sabba-soumia @live.fr \*\* a\_medjrab@hotmail.com

3. This paper bases upon the book by L S Pereira, I. Cordery, and I. Iacovides, "Coping with Water Scarcity. Addressing the Challenges", Springer, Dordrecht, 2009.

4. Professor and head, Agricultural Engineering Research Center (CEER), Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisbon, Portugal, lspereira@isa.utl.pt

## CONCEPTUALISATION 3D DU PROFIL D'ALTERATION SUR GRANITE, METASEDIMENT, METAVOLCANITE ET INCIDENCE EN TERME D'HYDRODYNAMIQUE SOUTERRAINE. CAS DES FORMATIONS BIRIMIENNES DU CENTRE EST DE LA COTE D'IVOIRE

M. Koita<sup>1</sup>, K. J.-P. Koffi<sup>2</sup> & J Hérve<sup>1</sup>

De nos jours, l'un des challenges de l'hydrogéologie quantitative est la modélisation de l'écoulement monophasique dans les formations de socle fracturé très hétérogènes saturées dans l'optique d'évaluer les scénarios de gestion durables de ces hydrosystèmes. La compréhension de la dynamique des aquifères fracturés nécessitent une connaissance exacte de la géométrie et de la physique de l'écoulement de leurs différentes parties composites. Depuis les années 50 jusqu'à nos jours, plusieurs zonations ont été décrites dans la littérature pour les séquences lithologiques au dessus du socle cristallin granitique, variablement basées sur les caractéristiques physiques, chimiques, minéralogiques, géodynamique ou paléomorphologique. Mais, très peu d'investigations ont été faites sur les formations schisteuses. La complexité et l'hétérogénéité de ces derniers n'ont pas permis le plus souvent de proposer un modèle de profil d'altération qui leur est adapté, et d'étudier en détails les propriétés hydrodynamiques des différents compartiments de ces formations.

L'objectif de cette étude est de faire ressortir en outre les similitudes et divergences qui peuvent exister entre les modèles profils d'altération standard sur granite proposé récemment dans la littérature et les modèles sur substratum volcanosédimentaire schisteux proposés dans la présente étude. La Caractérisation du profil d'altération, la détermination des caractéristiques hydrogéologiques du manteau altéré, de la roche fracturée et les interactions hydrauliques entre les différentes parties composites des aquifères ont été déterminées en détail à partir : (i) d'observation des structures à l'affleurement, de l'interprétation de 102 lithologs de forage et de 50 interprétations de sondage géophysique; (ii) de 80 test de pompage de débit et

d'identification des zones de fractures conductrices ; (iii) d'analyse chimique et isotopiques d'échantillon d'eau issus de 40 forges.

La structure du profil sur granite montre du sommet à la base les compartiments d'argile, de granite très altéré, de granite légèrement altéré fracturé et de socle sain fracturé. Sur les métasédiments, le profil présente une structure granoclassée avec, de la base au sommet des grès sain comportant souvent des fracturations très localisées, des grès schisteux légèrement altérés et très fracturés, des schistes très altérés et des argiles avec des plans de schistosité bien consersés orientés N40-50 avec un pendage 60° Est. Les métavolcanites montrent du sommet à la base des compartiments d'argile, de schiste très altéré, de schiste légèrement altéré fracturé et des schistes sains plissés. Le profil d'altération sur granite est peu profonde et résulte d'une altération polyphasé ou les compartiments au dessus du socle sont presque inexistants et laissant apparaitre le socle sain très fracturé à l'affleurement. Sur le plan hydrodynamique et isotopique, l'aquifère se comporte différemment de part et d'autre du fleuve NZI qui devise la zone d'étude en deux compartiments, ainsi, la fréquence de la densité de fractures conductrices et la densité de la fracturation mesurée sur l'horizon fracturé dénotent que ceux-ci croissent avec la profondeur sur granite et métasédiment jusqu'à 50 m, décroissent ensuite jusqu'à 80, profondeur à partir de laquelle elles croissent à nouveau jusqu'à 90 m avant de décroître. En revanche, sur les volcanites, ces paramètres croissent avec la profondeur jusqu'à 70 m où elles atteignent un pic avant de décroître.

**Mots clés :** modèle conceptuel – profil d'altération – hydrodynamique souterraine – Dimbokro – formation volcanosédimentaire – granite - birimien.

<sup>1</sup> Laboratoire HydroSciences Montpellier UMR 5569 Université de Montpellier 2

Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France. Tel : +33 (0)4 67 14 36 09. Fax : +33 (0)4 67 14 47 74  
kmahamoudk@yahoo.fr

<sup>2</sup> Laboratoire Géosciences et Environnement, Université d'Abobo-Adjamé Côte d'Ivoire. 02 BP 801 Abidjan 02

## VALORISATION DE L'EAU D'IRRIGATION DANS LE BASSIN DU SOUSS MASSA

M. El Fasskaoui\*

L'irrigation a joué un rôle déterminant dans le développement économique et social du pays. Elle a à son actif plusieurs acquis. Ainsi, elle a amplement contribué à la sécurisation de la production alimentaire et à la promotion de pôles de développement dans le milieu rural. Ceci n'empêche pas que certains aménagements, conduisant à des prélèvements abusifs ou des rejets polluants, ont pour effet de modifier le régime naturel des eaux, de dégrader la qualité des ressources en eau et des sols, et de perturber les écosystèmes. L'eau est aussi une ressource fragile, qu'il convient de conserver et de protéger contre toutes les formes de pollution et de gaspillage, qui atteignent des niveaux critiques dans le bassin du Souss Massa.

Le développement anarchique des pompes privées a conduit à un épuisement inquiétant des ressources en eau souterraine. Ce phénomène est particulièrement préoccupant dans les plaines du Souss Massa. Il porte atteinte au capital naturel et remet en cause l'existence même de l'exploitation agricole. Les zones côtières quant à elles sont confrontées au risque d'intrusion dans le système aquifère des eaux salées d'origine marine.

La plaine du Souss recèle un certain nombre d'atouts du développement économique et social du pays. La production agricole occupe une place de choix avec, en particulier, 42% de la production d'agrumes et 47% des exportations, 62% de la production maraîchère et 34% des exportations.

Cependant, ce progrès s'est malheureusement accompagné d'un épuisement des ressources en eau souterraine, vu que la mobilisation des ressources en eau de surface, dont une partie est utilisée pour la recharge artificielle de la nappe, n'a pas permis de couvrir tous les besoins.

Les constats et les perspectives montrent que l'accroissement de l'offre, qui a constitué la réponse traditionnelle des politiques de l'eau au Maroc et dans d'autres pays méditerranéens, a atteint aujourd'hui ses limites. Or, on est actuellement contraints d'agir sur la demande en eau et pas uniquement sur l'offre.

En conséquence de quoi le bassin du Souss Massa est aujourd'hui, plus que jamais, confronté à de multiples contraintes, telles la surexploitation accrue des nappes, l'urbanisation croissante de l'aire régionale, l'émergence de nouveaux besoins en eau, et la question de bonne gouvernance de la gestion des ressources en eau.

La sécheresse représente également une menace pour les ressources en eau. En effet, le caractère globalement aride de la région, est aggravé par l'occurrence de périodes de sécheresses aiguës structurelles, notamment ces trois dernières décennies.

Comme toute ressource renouvelable, l'eau souterraine peut être indéfiniment mobilisée pourvu que le taux d'extraction ne dépasse pas le taux de recharge. Dans beaucoup de régions, cependant, les aquifères reçoivent une recharge naturelle si faible qu'ils sont essentiellement non renouvelables.

Devant cette situation de ressources en eau limitées, il devient impératif de veiller à une utilisation rationnelle et économe des eaux mobilisées. Le développement des ressources en eau au niveau du bassin, repose sur l'utilisation rationnelle, voire l'économie et la meilleure valorisation des eaux d'irrigation par l'adoption de techniques d'irrigation plus performantes et la pratique des cultures moins exigeantes en eau et plus valorisantes de chaque mètre cube d'eau utilisé.

\*. Agence du Bassin Hydraulique de Souss Massa et de Draa

OPTIMISATION DE L'UTILISATION DE L'EAU PAR LA CANNE A SUCRE AU GHARB (MAROC) PAR SIMULATION DE SCENARIOS D'IRRIGATION A PARTIR DU MODELE "MOSICAS-MA"

M. Aabad<sup>1</sup>, J-F. Martiné<sup>2</sup>, A. Bouaziz<sup>3</sup>, M. El-Messaoudi<sup>1</sup> et A. Falisse<sup>4</sup>

Dans le but d'optimiser l'utilisation de l'eau d'irrigation par la canne à sucre dans les conditions du Gharb, des scénarios variés selon les doses d'irrigation apportées pendant les phases de croissance végétative de la plante ont été simulés en utilisant le modèle "Mosicas\_Ma", édition Maroc 2008. Ces scénarios virtuels, valables pour l'irrigation par aspersion et en localisé "goutte à goutte", ont été planifiés pour des repousses de la variété calée "CP70-321" et pour des cycles de récolte de 12 mois (mars à mars).

Les résultats de ces simulations montrent tout d'abord que des régimes variés d'irrigation, constitués d'apports d'eau correspondants à environ 40 à 60 %ETM en première phase de petite croissance (mars-juin) et à 80 %ETM en deuxième phase de grande croissance végétative ("boom stage", juillet-septembre), ont permis d'économiser des quantités substantielles d'eau d'irrigation de l'ordre de 1.600 à 2.400 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> par rapport au témoin 100%ETM (7.300 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) sans pour autant affecter de manière significative les rendements en tiges usinables. Ces doses sont de loin inférieures aux quantités d'eau utilisées actuellement dans l'irrigation conventionnelle de la canne à sucre en grande culture au Gharb (>10.000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>), où un même volume d'eau est généralisé sur toutes les plantations sans distinguer ni la phase de croissance végétative, ni l'emplacement dans

l'année des cycles de récolte des cannes, ni le type de sol.

D'autre part, l'ajustement de l'indice de satisfaction hydrique (ETR/ETM) à environ 80 % par des apports d'eau modérés entre les phases de petite et de grande croissance des tiges, de l'ordre de 60 % ETM jusqu'à fin juin puis de 80% ETM entre juillet et septembre, se révèle suffisant pour maximiser à la fois l'Efficienne d'Utilisation de l'Eau d'Irrigation "EUEI" (12 kg canne.m<sup>-3</sup>) et le rendement en tiges usinables (120 t.ha<sup>-1</sup>) dans les conditions du Gharb.

Le fait que pareils scénarios soient efficaces réside aussi dans le fait qu'ils ont permis de limiter les pertes apparentes dues au drainage des excès d'eaux d'irrigation et pluviales.

Ainsi, en apportant des réponses rapides et peu coûteuses pour des situations complexes d'irrigation, l'utilisation du modèle "Mosicas\_Ma" s'est révélée d'un intérêt particulier pour diversifier les résultats des expérimentations conventionnelles et aussi indiquer les voies d'une optimisation de l'EUEI et de la productivité de la canne à sucre dans le Gharb.

**Mots clés :** canne à sucre, optimisation, irrigation, efficienne d'utilisation de l'eau, modèle, "Mosicas", simulation, scénarios, Gharb, Maroc.

1. CTCS/ORMVA du Gharb, Kénitra Maroc,

2. Cirad La Réunion,

3. IAV Hassan II Rabat,

4. Fac.Univ.Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique

## FAUT IL-DRAINER SOUS IRRIGATION LOCALISEE DANS LA PLAINE DU GHARB?

Taky, A<sup>1</sup> ; A. Hammani<sup>2</sup> ; A. Debbah<sup>2</sup>

Avec une moyenne annuelle de 570 mm, la plaine du Gharb est l'une des plaines les plus pluvieuses du Maroc. Plus de 80% des précipitations ont lieu entre les mois de novembre et mars, engendrant des stagnations et des engorgements et impact sur la production des cultures hivernales. Cette situation a fait du drainage et de l'assainissement agricoles un impératif pour la mise en valeur de la plaine du Gharb

Pendant longtemps, la notion de drainage a été liée à l'évacuation des excès d'eau par des écoulements souterrains vers des tuyaux enterrés. Les écoulements de surface ne sont considérés qu'à partir du point aval de la parcelle agricole lorsque les eaux de drainage souterrain sont évacuées dans les réseaux d'assainissement. Peu d'importance est accordée au drainage de surface alors qu'il peut jouer un rôle important dans l'évacuation des excès d'eau. (Hammani, 2002 ; Taky, 2008).

La superficie aménagée actuellement en grande hydraulique dans la plaine du Gharb est de 114 000 ha (gravitaire, aspersion et basse pression) dont plus de 90 000 ha sont dotés d'un drainage profond par tuyaux enterrés. Le recours à l'irrigation localisée comme mode d'irrigation à la parcelle pour les aménagements futurs et pour la reconversion en irrigation localisée, prévus dans le cadre du Plan Maroc Vert, pose la question d'opportunité du drainage sous irrigation localisée et du poids à accorder au drainage de surface par rapport au drainage souterrain. A travers des analyses de fonctionnement de drainage en termes de bilans hydriques et de sels, le présent article tente d'apporter une réponse à ces questions.

**Mots clés :** Drainage agricole, irrigation localisée, périmètre irrigué, Gharb

## BAGUINEDA IRRIGATION SYSTEM PRODUCTIVITY IMPROVEMENT BY HYDRAULIC ANALYSIS

A. Keïta<sup>5\*</sup>, B. Schultz<sup>6,7</sup> & L. Hayde<sup>6</sup>**Problem statement**

Baguineda is a small city of Mali, located 30 km away from the Malian Capital Bamako on the right bank of river Niger. This rural district gathers 32 villages with a population of approximately 27.000 inhabitants. A small barrage on the river Niger raises the water level and a feeder canal on the right bank of the river conveys 110 m<sup>3</sup>/s to a point called point "A". From this point, the flow in a left branch supplies a hydropower plant with more than 100 m<sup>3</sup>/s. In the right branch some 8 m<sup>3</sup>/s flows in a 40 km long irrigation canal to irrigate about 3.000 ha at Baguineda where 3.000 families are growing crops.

Despite of its proximity with Bamako where a potential market of more than 800,000 persons exists, the irrigation scheme of Baguineda faces a certain number of problems: i) the deterioration of the main system, ii) insufficient discharge during the dry season, iii) distorted water supply and iv) low crop yields. As

consequence, a persistent poverty exists.

In 2007 the yields in the dry season of rice, maize, onion and tomato were respectively 4 tons/ha, 1.4 tons/ha, 21 tons/ha and 30 tons/ha. The cropping land area was only 677 ha out of 3.000 ha. The low discharge in the dry season is the main constraint to the development of the cropping land. It has several causes: i) the water withdrawals of the hydropower plant installed on the second branch of the feeder canal, ii) the important seepage along the non lined main and secondary canals (only 12 km are lined in the main canal) and iii) water allocation rules not clarified.

**Objectives**

This research addresses three basic issues related to the above mentioned problems:

- water allocation rules to secondary blocks irrigated by secondary canals

1. Office régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb, Kénitra, Maroc

2. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

3. Banque mondiale, Maroc

4. Riverside, USA

5. Management and Valorisation of Water and Sanitation Unit, International Institute for Water and Environmental Engineering (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso

6. Core land and Water Development, Department of Water Engineering, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

7. Rijkswaterstaat, Utrecht, the Netherlands

\* Correspondence to : M. Amadou Keïta, UTER-Groupe Valorisation de l'Eau et de l'Assainissement, 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso. Tel. +226 50492800, Fax +226 50492801. E-mail : amadou.keita@2ie-edu.org

- decision making process of water allocation to secondary blocks
- appropriateness of conveyance and flow control structures

### Research questions

To help solving these issues, a number of research questions come up:

1. What is the overall objective in the Baguineda irrigation scheme?
2. What is the decision making process in the dry season for water allocation to the secondary blocks?
3. How hydraulic modelling can be applied to study flow transfer through the canal network?

### Method

The overall objective and its evolution from the beginning of the Baguineda irrigation scheme to the current situation were determined using Ankum's method.

In order to understand the flow through the system, a Garmin GPS Map 60 CSx measuring campaign was conducted from November 2007 to January 2008 at Baguineda in Mali. This campaign provided the geographic locations of the main canal centreline and its flow control structures: gates, weirs, official and non official intakes and bridges. Afterwards, hard copies of the crop land and of the soil map were scanned using a digital camera.

These three components – GPS measurement points, crop land map and soil map - were processed in Arcview GIS 3.3 to produce the main attributes of Baguineda.

In order to get a sample of the flow through the water supply network, discharge measurements were realized at the headwork gates and on 4 out of 7 regulators of the main canal. The structure at the headwork is a double vertical gate. A typical regulator is composed of a 13 m long central weir accompanied with 2 vertical lateral gates.

Using these geometric and hydraulic data, current and modern scenarios analyses were carried out by spreadsheet computations with MS Excel and hydraulic simulations with HEC River Analysis System (HEC-RAS).

The scenarios analyses were completed by gathering organisational information from the chief sectors in charge of the operation of the main canal and the secondary intakes.

### Results

The lengths, areas, geographic locations and names of the Baguineda irrigation system (Figure 1) are now recorded in a GIS database.

As regards with the investigated questions, the main results are :

1. Using Ankum's method, it appears that at the beginning Baguineda was designed for productive irrigation but this overall objective has been turned into protective irrigation. The original specific discharge was  $q = 3 \text{ l/s/ha}$  under the upstream control method. Currently, under the pressure of water scarcity due to seepage, hydropower consumption and cropland extension, the system objective has been turned into protective irrigation. Consequently, the system operation became very complex in the dry season and transferred discharges are not actually known. The equity aimed in protective irrigation cannot be met and spontaneous non-authorized water withdrawals are emerging along the main canal.
2. Decision making process: during the dry season, the practice is a pre-arranged water allocation. Although the Committee for Irrigation and Maintenance (CIE) is the highest farmers' organization managing a secondary canal and in which the Office du Périmètre Irrigué de Baguineda (OPIB is the Operation and Maintenance Agency) is not formally involved, CIE has no contract with OPIB. The organization that takes this decision is the Parity Commission for Exploitation and Maintenance (CPEE) in which the farmers have representatives.
3. Due to water scarcity in the dry season, the upstream control structures of the system are turned into simultaneous control option. In the dry season, under the concomitant pressure of water scarcity due to seepage and hydropower withdrawals the system water levels and discharges are changed by manipulation of the gates on the 7 regulators. The simulations with HEC-RAS of the 15 km of not lined canal upstream regulator R1 show that i) in the current scenario ( $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$  at the headwork and not lined main canal with  $0.22 \text{ m}^3/\text{s/km}$ ), when the lateral gates of regulator R1 are open, the water level drops 20 cm distorting the discharge taken by the 11 first secondary intakes and ii) in the modern scenario (with  $9.5 \text{ m}^3/\text{s}$  at headwork and lined main canal with seepage of  $0.10 \text{ m}^3/\text{s/km}$ ) a water level gain of 14 cm upstream R1 is obtained ensuring a better supply to the secondary canals.
4. Not more than 615 ha are cultivable during the dry season in the current scenario with non lined main canal. Even with the main canal lined (modern scenario) at maximum 2,000 ha can be cultivated. Assuming that the 416 ha upstream regulator R1 are normally supplied, the current scenario hydraulic simulations (HEC-RAS) – with  $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$  at the headwork and  $0.22 \text{ m}^3/\text{s/km}$  of seepage – yields a specific discharge of  $q = 1.50 \text{ l/s/ha}$  for the 2430 ha located downstream R1 while the crop irrigation requirements are  $3 \text{ l/s/ha}$ . It follows that only 615 ha are irrigable, number in agreement with the 2007 dry season cropping area (677 ha). The modern scenario HEC-RAS simulations ( $9.5 \text{ m}^3/\text{s}$  at the headwork and lined main canal) yielded a specific discharge  $q = 3$

l/s/ha under the constraint that not more than 2,000 ha are cultivated.

**Conclusions**

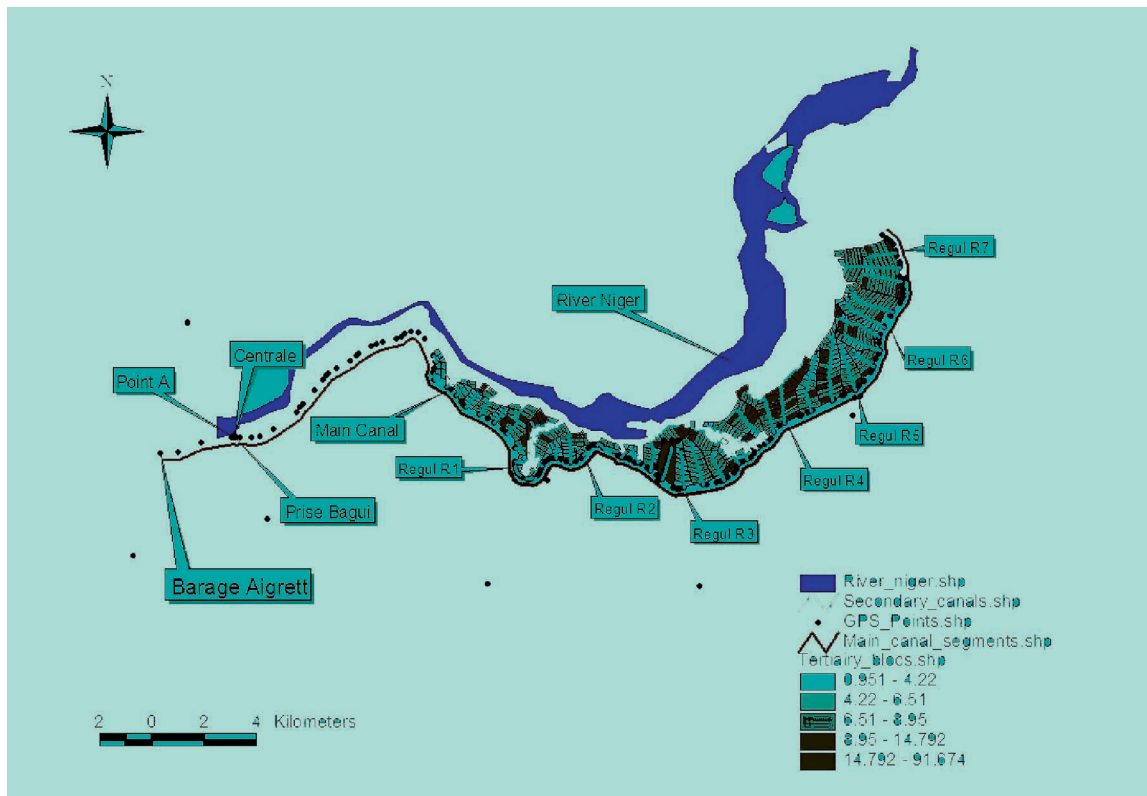
This research has opened the way for modelling the entire Irrigation System. The canal geometry generated can be completed by the dimensions of the secondary canals. Long throat concrete flumes should be installed along the main canal, one after each secondary intake.

Modelling the entire system to simulate the flow through will permit discharge measurement best location identifications and a possible automation of the gate operations. On the other hand, the GIS database and

maps generated during this research can be used by OPIB to follow up the crop land productivity and the irrigation network maintenance. We recommend providing to the sub-sector responsables GPSs and to assign them to measure the tertiary and secondary block borders. Therefore, the crop land map is updated every season.

Furthermore, we strongly encourage the creation a Water Operation Centre (WOC) and the lining of the remaining reaches of the main canal and all the secondary canals. Otherwise, OPIB cannot provide a reliable water service.

Figure 1: Baguineda Irrigation System. The tertiary block sizes are in ha.



## A SATELLITE IRRIGATION MONITORING AND SCHEDULING TOOL FOR IMPROVED PRODUCTIVITY OF WATER.

Wim. G.M. Bastiaanssen\*, Lucie M.C. Leclert\*, Sander J. Zwart\* & V. van den Bosch\*

Fresh water resources are under pressure as competition between different water users is growing. Climate change accelerates this situation. The irrigation sector has to improve its management and optimize the use of scarcely available water resources. Introducing new irrigation strategies, such as regulated deficit irrigation, can improve the productivity of water, provided that field specific guidelines are available. Farmers and irrigation managers require spatial and timely performance indicators that support their decisions and strategies.

This paper provides a framework for irrigation performance monitoring and scheduling tool for a system in Egypt based on satellite imagery and remote sensing algorithms. Remote sensing has developed as one of the most powerful scientific disciplines for providing products for the agricultural sectors. Although the remote sensing techniques have been thoroughly tested and validated, few operational applications are known. All the indicators used in this study are derived from remote sensing, and are therefore spatially distributed, objective and quantified. The indicators include:

- Crop water consumption, which indicates the total amount of water consumed by the plant and evaporated from the surface;
- Crop water deficit, which demonstrates the amount of water missing for the plant to be in optimal watered condition;

- Beneficial fraction, which informs on the percentage of the water resources used that contributes to beneficial crop production,
- Adequacy, which reflects the water stress of the crop;
- Uniformity, which looks at the spatial homogeneity of the water distribution within an irrigated system;
- Reliability, which describes the temporal variation of water availability.
- Biomass production, which is proportional to the harvestable yield
- Water productivity, which highlights fields with good and poor utilization of scarce water resources

This new methodology to assess irrigation performance from an integrated point of view can be put into practice by developing a spatially distributed irrigation advisory tool that can be accessed through a web-based service or via SMS messages. By providing a weekly irrigation schedule for the next week, and monitoring results recorded over the past week, irrigation advisors will know better, when and how much to irrigate for establishing an improved water productivity.

\*. *WaterWatch, Wageningen, The Netherlands*

## IMPROVEMENT OF WATER AND ENERGY USE IN 15 IRRIGATION SOCIETIES OF CASTILLA- LA MANCHA (SPAIN)

M.A. Moreno<sup>1</sup>, D.A. Moraleda<sup>2</sup>, J.I. Córcoles<sup>3</sup>, P. Planells<sup>4</sup>, A. Martinez<sup>5</sup>, P. Carrion

### Introduction and Objectives.

Water scarcity in agriculture, everyday more generalized in the World, together with the constant increase of the energy costs makes necessary to perform actions to improve water and energy management in irrigation.

With this aim, the Regional Center of Water Research (CREA) and the Regional Energy Agency of Castilla- La Mancha (AGECAM) carried out the analysis of water and energy management in 15 Irrigation Societies (IS) during 2007. As a result of this analysis, several measures to improve the water and energy management, with the associated economic saving, were proposed.

Thus, the main objective of this work is to improve the water and energy management at 15 Irrigation Societies, together with the validation in 6 of them of the energy saving obtained with the measures proposed.

### Materials and methods.

In order to evaluate the water and energy management in networks for irrigation water distribution, 15 IS were evaluated during 2007 irrigation season, and several indicators were obtained. With these indicators, a qualification of the water and energy management was established together with several proposes to improve the management.

To obtain the water and energy management indicators, hydraulic, electrical, and topographic parameters were measured. Also, data from the technicians, managers, and farmers of the IS were obtained.

To perform the analysis of water and energy management, and to propose measures to improve the efficiency of water and energy management, hydraulic models were implemented by using EPANET software, together with models of the pumping stations (MAEEB software) and models for ground water extraction (AS software).

After the IS implemented the proposed measures, an energy analysis during the year 2008 was developed in

order to validate the energy and economic savings of the proposed measures in 6 of the 15 IS. Thus, the same energy indicators were used to compare the energy efficiency before and after implementing the proposed measures.

### Results and discussion.

The analysis of water and energy management developed in the 15 IS for the year 2007 shows that most of them have high or very high energy efficiency. However, several measures to improve the efficiency of water and energy management were proposed. All of the proposed measures were carried out by the IS, being mostly the following:

- Fixing or changing pumps that were working under improper conditions.
- Adjusting the head pressure in the pumping stations to the one demanded by the network
- Changing the type of regulation of the pumping station.
- Improving the network management through the use of hydraulic models.
- Fitting the electrical contract to the actual demands of energy of the network
- Adding condenser batteries to correct the power factor.

The results of the evaluation of the efficiency of water and energy management in 6 of the 15 IS during the year 2008 (validation of the forecasting in 2007), showed that it is very difficult to accurately forecast the increase of the energy efficiency since it can be affected by other aspects such as variations in the water demand between the different years, changes in the network management, etc. However, in all the cases an increase of the energy efficiency has been shown, concluding the positive result of this action.

1. PhD. Agricultural Engineer. Regional Center of Water Research. University of Castilla- La Mancha. Carretera de Las Peñas km 3.2 - 02071 Albacete (Spain)

2. Agricultural Engineer. Regional Center of Water Research. University of Castilla- La Mancha. Carretera de Las Peñas km 3.2 - 02071 Albacete (Spain)

3. PhD. Agricultural Engineer. Regional Center of Water Research. University of Castilla- La Mancha. Carretera de Las Peñas km 3.2 - 02071 Albacete (Spain)

4. PhD. Industrial Engineer. Regional Center of Water Research. University of Castilla- La Mancha. Carretera de Las Peñas km 3.2 - 02071 Albacete (Spain)

5. PhD. Telecom Engineer. Regional Center of Water Research. University of Castilla- La Mancha. Carretera de Las Peñas km 3.2 - 02071 Albacete (Spain)

## UTILISATION DES TECHNIQUES DE TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉVALUATION DE LA CONSOMMATION EN EAU ET DE LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU DANS LES PÉRIMÈTRES D'IRRIGATION

H. Lamrani<sup>1</sup> Timothy Martin<sup>2</sup>

Cette communication présente les résultats de l'étude confiée par la Banque mondiale au bureau de consultants Riverside dans le cadre de son appui à la préparation du Projet de Modernisation de l'Agriculture Irriguée dans les périmètres dépendant du bassin de l'Oum er Rbia (projet Oum er Rbia) entrepris par le Ministère de l'Agriculture du Maroc. Cette étude porte sur l'évaluation de la consommation en eau (évapotranspiration réelle) dans les différents secteurs concernés par le projet en vue d'estimer l'impact de la conversion de l'irrigation gravitaire en irrigation localisée sur la consommation en eau et sur productivité de l'eau.

Les notions d'économie d'eau, d'efficacité de l'irrigation et de productivité de l'eau ont fait l'objet au cours de ces dernières années de nombreuses discussions dans les milieux des spécialistes de l'irrigation et de l'hydrologie. Tout le monde s'accorde à dire qu'il faut utiliser ces notions avec prudence en précisant bien l'échelle de l'analyse : parcelle, périmètre

ou bassin pour tenir compte des retours d'irrigation dans le système hydrologique. C'est pour cette raison que, dans le projet Oum er Rbia, il a été proposé d'adopter comme indicateur de résultat du projet la productivité de l'eau consommée en plus de celle de la productivité de l'eau fournie.

La mesure de l'eau consommée qui correspond à l'évapotranspiration réelle (ET<sub>r</sub>) a connu des progrès significatifs au cours de la dernière décennie suite à la mise au point de modèles basés sur le bilan d'énergie au niveau du sol dont les termes sont déterminés en utilisant les images de certains satellites dotés d'équipements spécifiques. L'étude en question a utilisé le modèle METRIC développé par le professeur Rick Allen.

La communication présentera le contexte de l'étude, la méthodologie de calcul de l'ET<sub>r</sub>, les résultats obtenus et leur utilisation pour le suivi-évaluation des résultats du projet.

## GESTION OPTIMISÉE DE L'IRRIGATION D'UN JEUNE VERGER D'AGRUMES DANS LE SOUSS AU MOYEN D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

A. El Fadl<sup>3</sup>, M. El Otmani<sup>3</sup>, MC Ben Ismail<sup>3</sup>, A. Aboutallah<sup>4</sup> et E. El Kabous<sup>4</sup>

La rareté des ressources en eau dans le périmètre du Souss Massa est aujourd'hui bien établie. Cette situation a amené les autorités hydrauliques à adopter des mesures drastiques visant la préservation des ressources en eau disponibles. L'une de ces mesures est l'interdiction de l'extension des périmètres irrigués. L'heure est donc venue d'accroître la productivité et l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les cultures. Pour se faire, une étude a concerné le pilotage de l'irrigation localisée d'un verger d'un quart d'hectare, de clémentinier 'Nules' greffé sur *Citrus macrophylla* et planté selon une haute densité (1,5 m entre plants sur une même ligne et 5 m entre les lignes). L'essai est installé dans la ferme expérimentale du Complexe Horticole d'Agadir.

L'objectif de cette recherche appliquée est d'optimiser les apports d'eau en tenant compte des paramètres du continuum sol-plante-atmosphère. Quatre traitements ont été appliqués. Ceux-ci sont définis sur la base du

pourcentage  $f$  utilisé de la réserve en eau utile du sol, à partir duquel l'opération est déclenchée, donnant ainsi des régimes d'arrosage à doses fixes et à fréquences variables. C'est ainsi que quatre doses sont définies : 1,05 ; 1,6 ; 2,1 et 2,6 mm/apport et correspondant, respectivement, aux facteurs  $f$  de 10 %, 15%, 20% et 25%. Les résultats présentés sont relatifs aux deux premières années de l'âge du verger.

Le suivi par télémétrie, d'une part, des paramètres microclimatiques, et, d'autre part, de l'évolution de l'eau du sol en pourcentage volumétrique grâce aux sondes FDR ainsi que la mesure instantanée des micro-variations du diamètre du tronc au moyen des sondes LVDT, a servi de corréler ces grandeurs avec les paramètres de la croissance et des composantes de rendement. Les données recueillies à partir des sondes LVDT sont bien corrélées avec les paramètres environnementaux, tels que la température et l'hygrométrie.

1. Banque mondiale, Maroc

2. Riverside, USA

3. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir (Maroc)

4. Société Phyto Consulting, Ait Melloul

**LE SIG : OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION DANS L'AMÉNAGEMENT  
ET LA GESTION DE PÉRIMÈTRE DE PMH - CAS DU PÉRIMÈTRE SAHLA  
DANS LA PROVINCE DE TAOUNATE AU MAROC (P. ORALE)**

**S. El Hadri<sup>1</sup>, K. Belabbes<sup>2</sup>, A. Ikama<sup>3</sup>, M. Elhadi<sup>4</sup> & L. Bouir<sup>5</sup>**

Les périmètres de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH), constituent de plus en plus des pôles de développement privilégiés dans le tissu socio-économique du Maroc. Les pouvoirs publics marocains y accordent une importance grandissante et des moyens financiers, humains et techniques sont déployés pour leur aménagement et développement d'outils d'aide à la décision pour leur gestion.

Le projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre Sahla (3400 ha) qui s'inscrit dans le cadre du programme national d'irrigation et dans cette lignée de périmètre de PMH moderne vise la valorisation des ressources en eau mobilisée à travers une gestion rigoureuse de l'eau qui tient compte des traits spécifiques de tel système d'irrigation. Le Système d'Information Géographique (SIG) peut constituer un outil puissant d'aide à la décision aussi bien dans la phase d'aménagement que dans celle de la gestion du périmètre après sa mise en eau. En effet, le SIG est un outil informatique constitué de logiciels, de matériels et de processus permet la saisie de l'information, son traitement et analyse, la modélisation et la restitution des résultats à référence spatiale, plus facilement exploitable par le gestionnaire.

Dès son démarrage, le projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre Sahla a initié la mise en place d'un SIG dans le cadre de son système de suivi-évaluation des

différentes composantes de cet aménagement hydro-agricole.

Dans le cadre du présent travail, le SIG du périmètre Sahla a été mis à jour et on a procédé à son couplage avec la base de données des propriétés, et ce en phase terminale du processus de remembrement. La présente communication mettra en exergue les possibilités du SIG dans le suivi des différentes composantes de l'aménagement du périmètre Sahla : réseaux d'irrigation, de pistes et de colatures et équipement des blocs d'irrigation, ainsi que dans l'accompagnement du processus d'équipement en irrigation des propriétés (parcellaire, pédologie, topographie, débit et pression de la borne .. etc).

En matière de gestion du périmètre Sahla, le SIG couplé à la base de données « propriétés » peut constituer un outil puissant pour le suivi de l'assolement en cultures du périmètre et des consommations en eau. Il peut également représenter un outil d'aide à la décision en matière d'exploitation du réseau d'irrigation et de maintenance et entretien des infrastructures et équipements.

Un accent particulier sera mis sur les contraintes et difficultés qui peuvent entraver la mise en œuvre du SIG de Sahla et sur les moyens humains et techniques indispensables pour garantir sa performance et sa durabilité.

1. Ingénieur GR,

2. Consultant en Irrigation

3. Unité de Gestion du Projet Sahla

## WEB-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SURFACE IRRIGATION DESIGN. APPLICATION TO COTTON IRRIGATION IN RAS-EL-AIN, SYRIA

J. M. Gonçalves<sup>1</sup>; H. Darouich<sup>2</sup>; A. Muga<sup>3</sup>; L. S. Pereira<sup>4</sup>

This paper presents the Web based decision support system SADREG for design and selection of farm surface irrigation systems: furrows, basin and border irrigation. The design component applies database information and, through several simulation and computational tools, produces a set of design alternatives in agreement with the user options. The selection component applies multicriteria analysis to rank those alternatives. An Internet application has a larger flexibility enabling more users worldwide, particularly in areas where surface irrigation requires more exigent improvements but expert technical support is incipient. Moreover, it allows an easier way to transfer and share knowledge and tools to improve the procedures of irrigation design. The Web SADREG application includes the Web module that creates the user interface, data fluxes showing numerical and graphical data, and the simulation engine. The later runs the simulation models in the server. The development applies the PHP and C++ languages to achieve a better

flexibility and to minimize client system requirements, and SQLServer for data storing. A simultaneous connection with several users is allowed. During the simulation process the users are informed about the input parameters, the design process and the output. This approach results on a better service quality, avoiding package installation at the users end, and is more versatile to upgrade and to integrate other data and models. This software is available on <http://sadreg.safe-net.eu> Web site. This paper describes the Web SADREG application to the study of cotton furrow irrigation in Ras-El-Ain, Syria, focusing water savings, cotton water productivity and socio-economic issues adopting a multicriteria framework. The models were parameterized and validated using field data gathered before the DSS application.

**KEYWORDS:** Furrows irrigation; cotton irrigation; decision support systems (DSS); Web DSS; Syria

## EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF SOIL EVAPORATION AND EVAPOTRANSPIRATION OF WINTER WHEAT UNDER SPRINKLER IRRIGATION\*

P. YU Li<sup>5</sup>, G.-h. Huang<sup>5</sup>, H.-j. Liu<sup>6</sup>, X.-P. Wang<sup>5</sup>, M.-q. Wang<sup>5</sup>

Sprinkler irrigation is one of the typical irrigation technologies used for the winter wheat-summer maize double cropping system in the North China Plain. To evaluate the evapotranspiration (ET) of winter wheat under sprinkler irrigation in Beijing area, field experiments were conducted in growing seasons through 2005~2008, in the experimental station located in Tongzhou county, Beijing, with different irrigation depths. Results indicated that a relatively large variation of soil water content occurred within 0~40 cm soil layer. The seasonal ET of winter wheat generally increased with increasing irrigation amount, while the seasonal

usage of soil water had a negative relationship with irrigation amount. Soil evaporation (Es) was about 25% of winter wheat ET during the period from reviving to maturity. Soil evaporation increased while E/ET decreased with increasing irrigation amount. Sprinkler irrigation scheduling with relatively large irrigation quota and low irrigation frequency can reduce Es and promote the irrigation water use efficiency.

**Key words:** sprinkler irrigation, winter wheat, evapotranspiration, soil evaporation, soil water distribution

1. PhD, Centro de Estudos de Engenharia Rural, Instituto Superior de Agronomia (CEER/ISA/UTL), Tapada da Ajuda, 1340-017 Lisboa – Portugal.
2. Researcher, Irrigation and Drainage Research Institute, Damascus, Syria
3. Researcher, CEER/ISA/UTL – Portugal.
4. Professor, CEER/ISA/UTL – Portugal. e-mail: [lpereira@isa.utl.pt](mailto:lpereira@isa.utl.pt)
5. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing, 10083, China;
6. College of Water Science, Beijing Normal University, Beijing, 100875, China)

**TWO RELATED ASPECTS OF WATER MANAGEMENT IN SEMI-ARID IRRIGATED AREAS:  
ON-FARM DRIP IRRIGATION AND LARGE SCALE MONITORING  
WITH REMOTE SENSING.**

**M.H. Kharrou<sup>1</sup>, M. Le Page<sup>2</sup>, V. Simonneaux<sup>2</sup>, B. Duchemin<sup>2</sup>, S. ErRaki<sup>3</sup>,  
L. Ouzine<sup>1</sup>, A. Chehbouni<sup>3</sup>**

The Haouz region, in the surroundings of Marrakech, has significantly increased its water consumption over the last decades while available water resources is scarcer especially due to climate change and drought. The situation is generating an intersectorial struggle for the resource. Improvement of water management in agriculture, the biggest water consumer, has become necessary.

At farm level, this could be achieved by the conversion of the irrigation system overall the Haouz irrigated area, from the traditional surface irrigation, which generates almost 50% of water loss, to more efficient techniques.

Several experiments, with promising results, were conducted during three years (2004-2006) at Saada experimental station (31° 38' 10" N; 8° 04' 36" E;) to evaluate and extend to farmers the drip irrigation impact on water saving and yield productivity of wheat crop.

At a larger scale (watershed, or irrigated district), the design of tools, based on Earth Observation, providing spatialized estimates of crop water balance is useful for better irrigation planning. SAMIR (Satellite Monitoring of Irrigation) is a software for computing spatialized estimates of evapotranspiration (ET) and irrigation water budget based on the use of satellite images using

the FAO method at daily step. The computation of ET requires climatic data (reference ET, namely "ET<sub>0</sub>"), land cover data and crop development data ("Kc" of the FAO method). The water budget is computed by linking to the FAO model a soil module including a surface compartment accounting for soil evaporation, a root compartment accounting for crop transpiration, and a deep compartment for water storage. Rainfall data is also introduced and irrigation is either an input or estimated by the model.

The model has been validated for winter wheat with ground datas (Cropscan, Eddy-Correlation) from the agricultural season 2002-2003, and works with High Resolution imagery (Landsat, Formosat) and Medium Resolution like the MODIS NDVI product.

This kind of tool may be useful for two main purposes. (1) The water balance at the end of the agricultural season which can also provide an estimate of pumping and (2) during the season, the follow up of irrigation at near real time, with spatialized forecasting of irrigation dates and quantities.

Keywords: Irrigation, Drip irrigation, Evapotranspiration, Remote Sensing.

**PRODUCTIVITÉ ET RENTABILITÉ DE LA BETTERAVE, DU MAÏS ENSILAGE ET DE LA  
LUZERNE DANS LES SOLS SABLEUX DE LARACHE IRRIGUÉS AU GOUTTE À GOUTTE.**

**A. Aït Houssa<sup>4</sup>, M. Belbasri<sup>4</sup>, A. Elantaki<sup>5</sup>, M. Achkar<sup>5</sup>**

On présente les résultats sur la productivité et la rentabilité de trois cultures (betterave, maïs ensilage, luzerne) conduites en goutte à goutte dans les sables côtiers du nord du Maroc. Sur ces sables chimiquement pauvres, grâce à l'irrigation et la fertigation, le rendement atteint en production grandeur nature, a été de 70t/ha pour la betterave, 55t/ha pour le maïs ensilage de cycle long, et 20t de foin /ha pour la luzerne. Les

valorisations respectives, compte tenue des consommations d'eau enregistrées dans le contexte concerné (600mm, 450mm et 550mm), sont de 4.10Dh, 7.33 Dh, 11.11 Dh/m<sup>3</sup> d'eau.

Mots clés additionnels : goutte à goutte, sols sableux, betterave, maïs ensilage, luzerne.

1. Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Haouz, Marrakech, Maroc

2. Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère, Toulouse, France

3. Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc

4. Société Mazaria, Larache, Maroc.

5. Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Loukkos, Maroc.

## COMBINED EFFECT OF DEFICIT IRRIGATION AND IRRIGATION UNIFORMITY

A. Domínguez , JA. de Juan , JM. Tarjuelo , R. Ballesteros , E. López-Mata

In general, when an irrigation event takes place, not all water is stored within the volume of soil explored by roots. Part of that water is lost by evaporation, run-off and deep percolation. Each kind of the abovementioned losses varies according to the type of soil and the irrigation system. Consequently, the lack of uniformity can affect both the yield and the water use efficiency.

Since the 50s, a lot of equations have been elaborated to simulate the crop behavior under different conditions. These equations have been used to develop complex models that allow simulating the crop behavior under a wide range of determining factors. Nevertheless, none of these models considers the uniformity of the irrigation system when offering their results.

The aim of this study has been to develop a methodology able to optimize water application to crops under water and/or saline stress conditions, considering the effect of irrigation uniformity through the percentage of the efficiently irrigated or overirrigated area (EIA). This methodology has been incorporated into MOPECO "Model of Economic Optimization of Irrigation Water".

The normal distribution function is able to reproduce with enough precision the water distribution in the soil when pressurized irrigation systems are used. In addition, the Christiansen's coefficient of uniformity (CU) is the most irrigation uniformity parameter used. With the purpose of simulating the effect of the average CU of a series of irrigation events on the crop yield, MOPECO divides the irrigation plot in "m" equal

portions defined by the user. This way, the normal distribution is discretized and the irrigation depth that receives each portion will be different. The abovementioned methodology allows MOPECO to incorporate the effect of CU in the crop yield, because the yield offered by MOPECO is the average of m sub-yields obtained for the whole plot.

An application example of MOPECO model for a maize crop has been carried out under Eastern Mancha agricultural system conditions (Albacete, Spain). Main conclusions of this example are:

Modeling the effect of the irrigation system uniformity on crops yield under deficit conditions means a better approach to what happens in any irrigated plot.

The irrigation water uniformity affects both the crop yield and the water use efficiency. This effect has a special relevance on the gross margin finally obtained in the irrigated farms.

The advisable area to be efficiently irrigated is variable and depends on the availability of irrigation water.

The suitable planning of the irrigation schedule may cause great differences in both yield and obtained gross margin.

Results offered by MOPECO may be useful when designing the irrigation strategy of any irrigable area conditioned by limited water resources.

\*. Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), Universidad de Castilla-La Mancha, Carretera de Las Peñas, km 3.2, 02071 Albacete (Spain)- alfonso.dominguez@uclm.es; jose.tarjuelo@uclm.es

## ECONOMIC EFFICIENCY OF PRODUCTION SYSTEMS IN THE GHARB IRRIGATED PERIMETER (MOROCCO) AFFECTED BY ACCESS TO WATER RESOURCES

R. Harbouze<sup>1</sup>, Ph. Le Grusse<sup>2</sup>, A. Bouaziz<sup>3</sup>, K. Belabbes<sup>3</sup>, P. Ruelle<sup>4</sup>, and M. Raki<sup>3</sup>

Ce travail qui a pour objectifs la comparaison des indices d'efficacités économiques des exploitations agricoles irriguées. La méthode Data Envelopment Analysis (DEA) a été adoptée. Un échantillon de 49 exploitations a servi de base à cette étude. Il englobe des exploitations avec des systèmes de production différents (Maraîchers, céréaliers, agrumicoles et sucriers) et des modes d'irrigation différents (Localisé, aspersion et gravitaire).

L'analyse des données montre que parmi les exploitations les plus efficaces ont trouvé en même temps celles qui «souffrent» d'un manque d'eau d'irrigation (zone du Beht) et celles qui ont un accès illimité à la ressource (pompages privés au niveau de la zone côtière). 73% des exploitations de l'ensemble de l'échantillon sont inefficaces. Ce qui montre que la majorité des agriculteurs ne maîtrise pas la technologie disponible.

**Mots clés:** efficacité, valorisation de l'eau, Data Envelopment Analysis, systèmes de production, irrigation.

The aims of the present study were to calculate and compare the economic efficiency indices of irrigated farms and the level of valorisation of the irrigation water used by the main crops grown in the Gharb perimeter. To this end, the Data Envelopment Analysis (DEA) model was used to calculate efficiency indices. The survey covered 49 farms with different farming systems (vegetables, citrus crops, cereals, forage, sugar beet and sugar cane) and different irrigation systems (drip, sprinkler and gravity).

The results showed that the most efficient farms were those that "suffered" from lack of irrigation water and not those that had "unlimited" access to the water resource (private pumping). On the other hand, 73% of the farms surveyed were inefficient, indicating that the majority of farmers do not use the available technology correctly.

**Key words:** efficiency, valorisation of water, Data Envelopment Analysis, production system, irrigation.

## MODELING WATER INFILTRATION RATE UNDER CONVENTIONAL TILLAGE SYSTEMS ON A CLAY SOIL USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

A. Al-Janobi<sup>5</sup>, A. Aboukarima<sup>5</sup> and k. Ahmed<sup>6</sup>

This study presents the application of artificial neural networks for modeling the parameters of Kostiakov infiltration equation under conventional tillage systems on a clay soil. Artificial neural network estimation indicated strong correlations ( $R^2 = 0.999$ ) between the parameters of Kostiakov infiltration ( ) and affected

variables. Using the developed model, infiltration rate could be optimized during tillage process.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Tillage Process, Infiltration Rate, Kostiakov Equation

1. Montpellier 1 University, 5 bd Henri IV - CS 19044, 34967 Montpellier - Cedex 2 France.

2. CIHEAM-IAM, Mediterranean Agronomic Institute of Montpellier, 3191 route de Mende. 34093, Montpellier. France.

3. Hassan II Agronomy and Veterinary Medicine Institute, P.O. Box 6202, Madinat Al Irfane, Rabat, 10 101, Morocco.

4. Cemagref, Joint research unit G-Eau, BP 5095, 365 rue JF Breton, Montpellier, France.

5. Community College, Huraimla, King Saud University

6. Department of Agricultural Engineering, Collage of Food and Agricultural Sciences, Riyadh, King Saud University, Saudi Arabia

## LE SIG :UN OUTIL INNOVANT POUR LA GESTION DE L'IRRIGATION

B. Ablat, E. El Meknassi El Youssefi , F. Barakat

L'effort déployé pour le développement de l'irrigation en tant que facteur essentiel de développement rural se trouve actuellement confronté au conflit d'usage de la ressource en eau, à la valorisation des zones irriguées et l'amélioration de leurs performances, à l'amélioration des recouvrements et de la tarification de l'eau d'irrigation et à la Maîtrise de l'impact de l'irrigation sur l'environnement.

Le développement et la durabilité de l'irrigation passe par la maîtrise de ces contraintes qui nécessite une gestion efficace de l'information sur la ressource en eau à usage agricole.

Le système d'information existant est appelé à évoluer pour assurer la célérité dans le traitement de l'information, la communication et l'échange d'information en interne et avec l'extérieur.

L'objectif principal du Système d'Information Géographique sur l'irrigation, initié par La Direction du Développement et de la Gestion de l'Irrigation, est d'améliorer l'organisation des informations sur l'espace irrigué afin d'optimiser leur exploitation. Les objectifs secondaires sont :

- Mettre en cohérence le capital informatif existant au niveau central;
- Améliorer la qualité de l'organisation de l'information et les capacités d'analyses des données;
- Améliorer l'accessibilité et le partage de l'information;
- intégrer la représentation cartographique et l'analyse spatiale des données;

L'approche proposée se développe sur trois dimensions:

- Une logique systémique qui exploite les données actualisées pour suivre l'irrigation au rythme de l'observation de l'espace irrigué;
- Une composante spatiale qui permet l'interprétation réelle de la représentativité spatiotemporelle des données;
- un partage des données, connaissances et résultats assurant la célérité demandée du flux d'information.

Dans ce sens, les résultats d'analyses thématiques et spatiotemporelles effectuées sur le SIG-Irrigation, seront utiles aussi bien pour la prise de décisions que pour la communication, l'animation des débats techniques et l'argumentaire graphique à l'appui des négociations intersectorielles.

Le SIG-Irrigation est axé sur trois thématiques principales à savoir :

- La gestion des ressources en eau à usage agricole;
- Le suivi des performances des grands périmètres irrigués;
- L'économie de l'eau en d'irrigation.

Les principaux résultats obtenus à ce jour :

- Une Base de données géographiques du patrimoine hydro-agricole;
- Un outil d'aide à la décision sur la planification stratégique des ressources en eau;
- Des outils de gestion des ressources en eau à usage agricole et suivi de la campagne agricole;
- Des outils de suivi des performances techniques et financières des périmètres irrigués;
- Un tableau de bord de suivi des programmes d'économie d'eau en irrigation;
- Des Indicateurs de suivi de la valorisation de l'eau dans les périmètres de Grande Hydraulique;

Dans la perspective du plan Maroc vert, l'adaptation des outils réalisés est nécessaire. En effet, l'évolution du SIG-Irrigation, visera à promouvoir l'échange permanent auprès des différents partenaires de l'irrigation à travers l'alimentation à distance des bases de données centrales et la diffusion, en retour, d'informations synthétiques et de résultats d'analyses. Ce schéma doit prévoir les moyens d'accompagnement en terme de technologies, de nouveaux modules d'information et de besoins en terme de renforcement des capacités.

\*. Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole, MAPM, Rabat

## SUREXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES

M. Jida<sup>1</sup> & N. Limam<sup>1</sup>

Les eaux souterraines constituent une part importante du patrimoine hydraulique national. Les investigations réalisées permettent d'estimer le potentiel en eau souterraine, au niveau de 80 nappes identifiées, à près de 4 milliards de m<sup>3</sup> par an qui sont considérés mobilisables dans des conditions techniques et économiques acceptables.

Actuellement, les ressources en eau souterraines sont surexploitées dans la quasi-totalité des nappes connues. En effet, le développement socio-économique conjugué aux impacts des sécheresses a engendré une surexploitation accrue des nappes entraînant des baisses de niveaux piézométriques qui risquent de compromettre le développement économique et social de certaines régions (Souss; Haouz, Temara, Saiss....).

Au niveau du Bassin Hydraulique du Tensift, la nappe du Haouz-Mejjat est la nappe la plus étendue et la plus importante mais aussi la plus surexploitée. Il y existe actuellement plus de 12.000 stations de pompage soit une densité de 2 stations par km<sup>2</sup>. Les pompages intensifs ont conduit à une baisse du niveau piézométrique sur l'ensemble de la nappe, à l'exception de quelques secteurs localisés. Des baisses de plus de 20 m sont observées au niveau des champs captant destinés à l'eau potable, dans la rive gauche du N'fis et au sud de Marrakech. Dans le secteur de Chouiter à l'Est de Marrakech une baisse de 18m a été enregistrée en l'espace de six ans. Au niveau de Mejjate où jadis les

niveaux piézométriques soutenus, des baisses ont été observées ces dernières années.

Cette surexploitation a engendré une diminution de la productivité des ouvrages de captage et un coût de pompage de plus en plus prohibitif et a accentué la vulnérabilité de l'alimentation en eau potable de plusieurs centres.

Devant cette situation, l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift a réalisé une étude de gestion intégrée des ressources en eau dans l'objectif d'évaluer l'impact de la surexploitation sur l'activité économique à l'horizon 2030, dégager les mesures adéquates pour la sauvegarde de la nappe et élaborer un plan de gestion et d'action de l'utilisation efficace et la conservation des eaux souterraines.

Les résultats de cette étude ont montré que seule la mise en œuvre d'actions volontaristes et fortes permettront de sauvegarder les ressources en eau souterraine. Il s'agit entre autres de l'économie de l'eau en irrigation, de la recharge artificielle de la nappe...etc. L'agence a d'ores et déjà entrepris la réalisation des ouvrages de recharge artificielle le long des oueds de la plaine. Pour sa part l'ORMVAH a élaboré dans le cadre du plan Maroc-vert un programme très ambitieux de reconversion de l'irrigation gravitaire en irrigation localisée aussi bien dans le secteur de la grande hydraulique que dans celui de la petite et moyenne hydraulique.

## ROLES DE L'EAU D'IRRIGATION DANS LE MAINTIEN DE LA STABILITE STRUCTURALE DES SOLS AGRICOLE.

Dr. D. Saidi<sup>2</sup>

Pour évaluer l'érodibilité des sols on utilise le plus souvent des tests de laboratoire comme la stabilité structurale ou la simulation de pluie. Cet article présente une méthode récente de mesure de la stabilité structurale avec trois traitements correspondants à des états hydriques initiaux et des niveaux d'énergie appliquée différents: Humectation rapide, humectation lente et agitation après pré humectation, pour lesquels on mesure la distribution de la taille des particules résultantes après désagrégation. Les résultats obtenus avec différents sols de la plaine de la Mina (Relizane) ont été comparés à des mesures d'infiltration sous pluies simulées. La méthode

fournit une bonne description et un classement cohérent du comportement physique des sols sous l'action des pluies. De plus le diamètre moyen pondéral permet de prévoir la structure des croûtes, les risques de transport particulaire et l'érosion hydrique des sols. A partir de ces tests, un exemple d'application de cette méthode à l'étude de l'effet d'un conditionneur de sol sur la stabilité structurale est présenté.

**Mots clés:** Stabilité structurale, battance, érosion hydrique, conditionneur et méthodologie.

1. Agence du Bassin Hydraulique du Tensift

2. Université Hassiba Ben Bouali, Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques, BPI51, Chlef (02000)

## IMPACT DES REJETS DE L'ANCIENNE MINE DE KETTARA (MAROC) SUR LA QUALITÉ DES RESSOURCES EN EAU

R. Hakkou<sup>1</sup>, A. Kchikah<sup>2</sup> & L. Hanich<sup>3</sup>

L'extraction de la pyrrhotine de l'ancienne mine de Kettara située à 30 Km au Nord Ouest de Marrakech a produit entre 1964 et 1981 environ 3 Mt de rejets miniers. Ces derniers ont été stockés dans un parc à résidus (3ha) et dans une digue et des terrils couvrant une superficie d'environ 13 ha.

Les eaux de ruissellement de ces rejets sont acides (pH<3) et contaminées par des substances polluantes (SO<sub>4</sub>, Al, Mg) et les métaux lourds dont les concentrations peuvent atteindre 205 mg/l pour le cuivre, 82 mg/l pour le zinc et 24 mg/l pour le cobalt. De même les essais cinétiques, en cellules humides, ont montré que les eaux de percolation présentent au cours du temps un pH acide qui varie entre 2,9 à 4,2.

Dans ce travail, les risques que présentent ce drainage minier acide (DMA) et le degré de contamination des eaux de la nappe phréatique de la mine de Kettara sont étudiés. Pour cela, une analyse des contextes géologique et hydrogéologique ainsi qu'un programme de prélèvements et d'analyses physico-chimiques des eaux en amont et en aval de la mine, ont été effectués durant la période allant de mai à juin 2008.

De point de vue géologique, les rejets miniers de Kettara reposent sur un substratum schisteux à stratification et à schistosité subvertical favorisant ainsi l'infiltration des eaux de ruissellements riches en éléments chimiques du DMA vers la nappe phréatique sous-jacente. L'analyse de la fracturation du substratum schisteux dans le

voisinage immédiat du parc à rejets miniers montre que ce dernier est affecté par des couloirs très fracturés pouvant constituer des zones d'infiltration privilégiée des eaux acides vers la nappe d'eau souterraine. Par ailleurs, l'étude géophysique par sondages électriques et tomographie sismique, réalisée au niveau d'une partie du parc à résidus, a permis d'imager la structure du substratum sous les rejets miniers fins et d'évaluer leur volume à environ 187 824 m<sup>3</sup>.

Sur le plan hydrogéologique, la partie supérieure des schistes généralement altérés constitue la formation aquifère la plus importante de la région. La nappe d'eau contenue dans cette formation est relativement peu profonde (14 à 20 m) et s'écoule du NE vers le SW avec un gradient hydraulique plus ou moins uniforme vers l'Est.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que la qualité des eaux des puits de la région de Kettara est mauvaise ; les eaux présentent un pH plus ou moins neutre et des conductivités très élevées. L'Analyse en Composantes Principales a permis de mettre en évidence que les eaux des puits situés à l'aval des rejets miniers et non loin de l'oued sont les plus contaminés, principalement par les sulfates (>1200 mg/l). Les autres ions tels que K, Mg, Fe ainsi que les métaux lourds sont en faibles teneurs.

**Mots-clés:** Qualité des eaux, drainage minier acide, mine de Kettara, Maroc

1. Equipe de Chimie des Matériaux et de l'Environnement & Centre de Recherche sur l'Eau en Milieu Aride et Semi-Aride (CREMAS) – Faculté des Sciences et Techniques – Marrakech. Université Cadi Ayyad,
2. Département des sciences de la terre, Laboratoire Géoresources., Faculté des Sciences et Techniques – Marrakech, Université Cadi Ayyad.
3. Département des sciences de la terre & Centre de Recherche sur l'Eau en Milieu Aride et Semi-aride (CREMAS. Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, Université Cadi Ayyad.

## ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN ABANDONED LEAD MINE ENVIRONMENT IN THE HIGH MOULOUYA IN MOROCCO

B. Baghdad<sup>1</sup>, M. Naimi<sup>1</sup>, A. Bouabdeli<sup>2</sup>, P. Sonnet<sup>5</sup>, A. S. Garcia<sup>3</sup>,  
M. Bounakhla<sup>4</sup> & A. C. Inigo Inigo<sup>3</sup>

The High Moulouya is a region where intensive mining activities developed during the 20th century. Abundant mining waste generated by these activities has been dumped in piles which have never been subjected to rehabilitation. The quality of surface and groundwater was studied in the vicinity of the abandoned lead mining center of Zaida Township.

The goal of this study was to determine the amount of metallic trace elements (MTE) in surface and groundwater and study its relationships to sites of mining disposal. Water samples were collected along the Moulouya River, from quarry lakes, and in wells to be analyzed for Heavy metals (Pb, Cu, Zn and Cd), ions (Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mn<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>--</sup> et NO<sub>3</sub>), pH and electric conductivity (EC).

Results of this research showed that groundwater is affected by salinity, high mineral load and low concentrations of heavy metals in most wells.

Remarkable concentrations of Pb, Zn and Cu were observed in wells nearby mine tailings. Analysis of mining dumps and surface water revealed extensive contamination of water due to higher MTE concentrations in the tailings. Significant amounts of Pb, Zn and Cu were found in surface water; in contrast Cd presented low concentrations.

This research allowed us to assess the contamination of surface and groundwater by heavy metals originating from mining dumps. The physical-chemical analysis of water and mine tailings showed that surface and groundwater nearby the mining centre presented the most significant metallic pollution alluding to possible contamination. Mine tailings and dumps of this ancient mine are significantly rich in MTE (Pb, Zn, Cu and Cd) and thus constitute a potential source of contamination.

Key words: Water Quality, Mining Dumps, MTE, Lead Mine, Zaida, High Moulouya, Morocco.

## LES PUIITS D'APPROVISIONNEMENT EN EAUX DESTINÉES A LA CONSOMMATION HUMAINE : CONCEPTION, DÉSINFECTATION EN CAS DE CATASTROPHE ET SURVEILLANCE.

K. Chabaa<sup>6</sup>, G. Bornert<sup>7</sup>, H. Haskouri<sup>6</sup>, A. Bensabaa<sup>6</sup>, H. El Ghafouli<sup>6</sup>, M. Amlal<sup>8</sup>, R. Boukhris<sup>6</sup>

Les puits constituent la ressource la plus utilisée dans de nombreux pays pour assurer l'approvisionnement en eau des populations. Ils représentent presque l'unique ressource en eau en milieu saharien. Ils peuvent être contaminés suite à différentes manipulations non hygiéniques accidentelles, à des catastrophes naturelles (inondations...) ou à des actions volontaires de sabotage ou de terrorisme.

La conception des ouvrages de captage des eaux souterraines doit permettre d'empêcher la contamination volontaire de l'eau et de diminuer les risques de pollution accidentelle provenant d'installations localisées à proximité du point de puisage : c'est la

raison pour laquelle des périmètres de protection doivent être instaurés.

Par ailleurs, les puits d'approvisionnement en eau doivent être nettoyés et désinfectés avant la première utilisation puis périodiquement et notamment lors de détection de contamination ou de pollution de nature biologique. La détection de contamination de l'eau de puits fait suite, dans la majorité des cas, à des analyses effectuées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'eau. Cette activité revêt donc une importance majeure au regard de la santé publique.

1. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Madinat El Irfane, 10000 Rabat, Maroc

2. Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Département de Géologie, 1074 Kenitra, Maroc

3. CSIC Salamanca, Espagne

4. Centre National de l'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires, DASTE, 10001 Rabat, Maroc

5. Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, UCL, 1348 LLN, Belgique

Correspondance : Bouamar Baghdad - E-mail : b.baghdad@iav.ac.ma

6. Vétérinaire Capitaine, praticien confirmé, Maroc

7. Vétérinaire en chef, Professeur agrégé du Val-de-Grâce, France

8. Vétérinaire lieutenant, Maroc.

APPROCHE DU PHENOMENE DE L'INTRUSION DES EAUX  
MARINES PAR LES TECHNIQUES ISOTOPIQUES ET HYDROGEOCHIMIQUES :  
CAS DE LA VALLEE DE L'OUED NADOR

A.Guendouz<sup>1</sup>, A. S.Moulla<sup>2</sup> & M. Belaidi<sup>3</sup>

Les zones côtières ouest de l'algérois (région de Tipaza), objet de notre investigation sont à vocation essentiellement touristique et agricole. Elles sont composées de trois vallées alluviales (Oued El-Hachem, Oued Mazafran et Oued Nador). Elles présentent toutes un aspect exoréique d'où le risque déjà au départ d'une contamination par les eaux salées.

Le développement industriel et agricole d'une part, et la croissance démographique incontrôlée d'autre part ont induit des besoins en eau très importants ce qui, avec le concours de conditions climatiques défavorables, a inévitablement conduit à une contamination quasi-générale des eaux des aquifères côtiers par l'eau de mer due à l'avancée du biseau salin (interface eau douce/eau salée).

Les pratiques de pompage intensif à des fins d'alimentation en eau potable et d'irrigation dans les zones côtières algéroises posent le problème de la surexploitation et de la baisse des niveaux piézométriques conduisant à une contamination des eaux douces par les eaux marines. C'est en effet en période des basses eaux que l'on assiste à une remontée significative de l'interface eau douce/eau salée.

L'étude de par les investigations isotopiques (oxygène-18, deutérium, tritium) et hydrogéochimiques (Teneurs en ions majeurs et traces) permet de développer une méthodologie qui repose sur une approche intégrée et améliorée pour quantifier l'impact de l'intrusion d'eau de mer sur la dégradation de la qualité de l'eau dans cette zone côtière, ce qui permettra :

- Une meilleure connaissance du mécanisme de salure des nappes découlant directement des pompages accentués et continus.
- Une Localisation des secteurs les plus sensibles à l'interface qui est suffisamment proche de la surface du sol afin de prévenir la remontée des sels.
- L'établissement d'une carte d'orientation permettant de délimiter dans le temps les fluctuations de l'interface. Une harmonisation des dispositifs et méthodes de pompages surtout durant les périodes sensibles.
- Mise au point d'un système de protection de la qualité des eaux souterraines et de surface en liaison avec l'agriculture.

**Mots clés :** Intrusion marine, isotopes stables, radioactif, géochimie, interface, bande côtière

1. Université de Blida, Faculté des Sciences de l'ingénieur BP.270-Algérie  
2. Centre de Recherche Nucléaire d'Alger, BP.399, Alger-16000- Algérie  
3. Agence National des Ressources Hydriques (ANRH, DRC)- Algérie

## INCIDENCE DES EAUX D'ADDUCTION PUBLIQUE DU SUD ALGERIEN SUR LA CROISSANCE DE L'OXALATE DE CALCIUM : PRINCIPAL CONSTITUANT CHIMIQUE DU CALCUL URINAIRE

H. M. Djellouli<sup>1</sup>, S. Taleb<sup>1</sup>, Z. BENGHAREZ<sup>2</sup>, A. BENGHALEM<sup>1</sup>

L'accès à une eau de boisson de bonne qualité est devenu un véritable problème dans les régions du Sahara Algérien. En fait, le climat aride, le relief, les composants géologiques, l'insuffisance des réseaux d'assainissement, la pollution grandissante, constituent des facteurs importants dans la dégradation de la potabilité des eaux d'adduction publique.

Il est important de noter que dans ces régions, l'alimentation en eau potable est assurée principalement par des eaux souterraines provenant des nappes du complexe terminal et du continental intercalaire. Celles-ci sont de mauvaise qualité: minéralisation excessive.

Dans le contexte de la lithiase urinaire, la première mesure prophylactique à proposer consiste à augmenter les apports hydriques en consommant 2 à 3 litres d'eau par jour. L'eau est la seule boisson la mieux adaptée aux exigences de cette mesure préventive.

A cet effet, nous avons porté un intérêt particulier à la détermination de l'influence de la qualité de l'eau de boisson sur la maladie lithiasique, in vitro.

Pour ce faire, les caractéristiques physico-chimiques des eaux de boisson de la région du Sud algérien ont été tout

d'abord, déterminées. 105 eaux de robinet de la région du Sud algérien ont été analysées.

Les résultats ont montré que les eaux de distribution publique de la région du Sud algérien sont riches en sels minéraux, notamment en ce qui concerne les teneurs en calcium, magnésium, sulfates et le fluor. Celles-ci dépassent, dans la majorité des cas, les normes publiées par l'O.M.S.

Dans la seconde partie du travail, nous avons étudié l'influence de ces eaux sur le principal constituant chimique des calculs rénaux : Oxalate de calcium, en utilisant un modèle conductimétrique qui permet de suivre l'évolution de la cristallisation par la mesure de la conductivité en fonction du temps.

Cette étude montre que, conformément à ceux que nous avons trouvés dans la littérature, l'importance de la présence des sels minéraux dans les eaux de boisson, notamment ceux du magnésium, des sulfates et du fluor sur le traitement préventif de la lithiase oxalo-calcique.

MOTS- CLES : Eau de boisson, Sud Algérien, Sels minéraux, Lithiase urinaire, Cristallisation oxalo-calcique, Conductimétrie.

1. Laboratoire de Matériaux & Catalyse, Faculté des Sciences, Université Djilali Liabès, Sidi-Bel-Abbès 22000 Algérie.  
2. Laboratoire de Chimie Organique Physique et Macromoléculaire, Université Djilali Liabès, Sidi-Bel-Abbès, Algérie  
E-mail: mebarkad@yahoo.fr

## IMPACTS SANITAIRES DES EAUX D'ARROSAGE DE L'AGRICULTURE URBAINE DE DAKAR (SÉNÉGAL)

M. L. Ndiaye<sup>1,3</sup> ; H.-R. Pfeifer<sup>4</sup>; S. Niang<sup>1</sup>; Y. Dieng<sup>5</sup>; M. Tonolla<sup>2,3,6</sup> & R. Peduzzi<sup>3</sup>

L'agriculture urbaine à Dakar joue un rôle économique et social très important dans le quotidien des populations. L'agriculture urbaine s'est développée dans une zone au climat et hydrologie favorable: la zone des Niayes. Cependant, son écosystème est très fragile (sol sableux et perméable, nappe d'eau souterraine superficielle). Depuis la salinisation des eaux de la nappe superficielle (eaux de Céanes), la réutilisation des eaux usées brutes a pris une grande ampleur. L'objectif de cette étude est d'évaluer les impacts sanitaires des eaux polluées utilisées comme source d'irrigation.

Notre étude s'est déroulée dans les deux sites d'agriculture urbaine les plus importants de Dakar (Pikine et Patte d'Oie).

L'analyse microbiologique des eaux d'arrosage a révélé un fort taux de contamination par *Salmonella* spp (35%). Les eaux de Céanes représentent 67 % des échantillons positifs contre 18 % pour les eaux de puits et 15 % pour les eaux usées brutes. Des sérotypes connus par leur virulence telles que *Salmonella* paratyphi A et *Salmonella* typhi ont été isolés respectivement dans les eaux usées brutes à Pikine et dans les eaux de Céanes à la Patte d'Oie. *Vibrio cholerae* a été mis en évidence dans une eau usée brute à Pikine.

L'analyse de la qualité microbiologique des eaux de la nappe sous-jacente aux champs irrigués et les points

d'eau de consommation (eaux de puits, pompe manuelle) les plus proches des sites, a montré que les eaux ont été contaminées par les bactéries fécales surtout en période pluvieuse. De même, *Salmonella* spp a été isolée dans les eaux de la nappe dans la zone des champs irrigués avec les eaux usées brutes à Pikine et dans le point d'eau (puits) le plus proche du site.

L'étude épidémiologique (étude comparative) a montré que chez les populations exposées à l'agriculture urbaine (Pikine et Patte d'Oie), la prévalence des cas de diarrhée chez les enfants d'âge compris entre 0 et 15 ans, a été de 46 % alors que chez la population non exposée (Dène, situé à 40 km de Dakar), elle a été de 16 %. Les résultats du modèle de régression logistique a indiqué que les enfants des sites exposés avaient un risque 21 fois plus élevé d'avoir une diarrhée par rapport à ceux non exposés (OR= 21.1, IC: 10.4-42.7). Le facteur de risque le plus important serait la consommation d'eau de la nappe (eaux de puits et/ou eaux des pompes manuelles; OR= 3.8, IC: 1.4-10).

Ce travail a montré que l'irrigation avec des eaux polluées peut impacter la santé humaine et formule des recommandations pour diminuer ce risque.

**Mots clés:** Agriculture urbaine, Eaux polluées, Diarrhée, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, Facteurs de risque, Dakar

1. LATEU-Laboratoire de traitement des eaux usées- IFAN- Université Cheikh A. Diop, Dakar, Sénégal.

2. Cantonal Institute of Microbiology, Via Mirasole 22A, CH-6500 Bellinzona, Switzerland

3. Laboratory of Microbial Ecology, Microbiology Unit, Plant Biology Department, University of Geneva.

4. IMG-Centre d'Analyse Minérale, Faculté de Géosciences et de l'Environnement, Bâtiment Anthropole, CH-1015 Lausanne, Switzerland.

5. Département de parasitologie et mycologie, Université Cheikh A. Diop Dakar, Senegal.

6. Alpine Biology Center Foundation, Piora, CH-6777 Quinto

E-mail adress : ndiayeml@gmail.com

**ELABORATION DE LA CARTE DE VULNERABILITE PAR LA METHODE DRASTIC : (CAS DE LA NAPPE DU MIO-PLIOCENE A HASSI-MESSAOU, NORD- EST ALGERIEN)**

**A.Boudjema<sup>1</sup>; S. Guettaia<sup>1</sup>; A. Bouanani<sup>1</sup>; K. Baba Hamed<sup>1</sup>**

L'activité pétrolière ne cesse de croître et atteindre un stade de développement considérable dans les domaines de recherche et de production des hydrocarbures, cette situation génère des sources de pollution qui peuvent nuire à la nature et à la qualité de vie.

Parmi ces sources de pollution à Hassi Messaoud, les rejets liquides constitués par les eaux résiduaires des centres de traitement des Hydrocarbures et lors des réalisations des forages. Ce type de rejet engendre d'une manière directe, la pollution du sol, caractérisé par des teneurs élevées d'Hydrocarbures et de métaux lourds.

La division de la Sonatrach a essayé de réaliser des forages pétroliers par des Boues polymères pour bien préserver l'environnement et la qualité des eaux souterraines. Néanmoins cette boue a provoqué plusieurs problèmes, tels que les coincements de la garniture de forage et la surveillance permanente des caractéristiques de la boue qui sont instables. Pour cela, la Sonatrach a opté pour la boue à base huile pour réduire le coup de réalisation du forage pétrolier.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux des bourbiers et des eaux du puits témoin ont montré que la nappe du Miopliocène est exposée à la contamination.

Nous avons essayé à travers cette étude de proposer une carte de vulnérabilité à la pollution du champ de Hassi Messaoud qui constituera un élément de base à toute implantation future de forage pétrolier ou d'activité industrielle.

Un puits pétrolier est considéré comme une autre source de pollution par le déversement des rejets liquides soit en surface ou en profondeur. L'enquête menée sur l'état de l'environnement du Champ de Hassi Messaoud nous a montré que ce dernier est exposé à un risque environnemental élevé, donc les autorités concernées doivent prendre les dispositifs adéquats pour remédier à ce problème.

La carte de vulnérabilité, établie par la méthode DRASTIC et par les intervalles de Fréchette a montré que la nappe du Miopliocène dans le Champ de Hassi Messaoud a un degré de vulnérabilité moyen, toute fois, les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont révélé une contamination dans une zone qui a un indice DRASTIC faible par rapport aux autres régions. Par conséquent, nous avons attribué de nouveaux intervalles et une nouvelle carte de vulnérabilité propre à Hassi Messaoud, ce qui a montré que les parties Sud et Est sont plus vulnérables par rapport aux autres régions.

Mots clés : Activité pétrolière –nappe libre –bourbier –contamination –méthode DRASTIC.

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES EAUX D'IRRIGATION EN ZONE SEMI ARIDE :CAS DES EAUX DU DELTA ET DE LA BASSE VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL**

**Dr M. Diaw<sup>2</sup>**

En zone aride et semi aride, l'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants de l'expansion de la production agricole. L'agriculture irriguée dans le delta et la Basse Vallée du Fleuve Sénégal rencontre actuellement de nombreux problèmes liés à la dégradation de la qualité des sols et des eaux. Le suivi de l'évolution des eaux et des sols est indispensable pour garantir une agriculture irriguée rentable et durable dans la zone. La plupart des problèmes rencontrés proviennent de la composition chimique de l'eau d'irrigation, des modalités de gestion des ressources en eau et des systèmes de culture. Les conséquences d'une utilisation pour l'agriculture des eaux de différentes qualités, imposent la nécessité de les classer suivant leur aptitude pour l'irrigation. C'est la raison pour laquelle, dans cette étude les méthodes de Riverside et de Wilcox sont utilisées pour classer les eaux de la Vallée du Fleuve

Sénégal selon leur aptitude à l'irrigation, leur influence sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et les techniques culturales. L'interprétation des analyses sur la qualité des eaux a permis de réaliser des cartes d'aptitudes des eaux d'irrigation. La qualité des eaux est liée aux caractéristiques du milieu naturel (géomorphologie, répartition géographique, proximité d'un axe hydraulique et profondeur de la nappe), aux modalités de gestion des ressources en eau et aux systèmes de culture. Ces cartes montrent 3 types d'eau suivant leur qualité : les eaux de qualité excellente à bonne ; les eaux de qualité bonne à admissible et les eaux de mauvaise qualité pour l'irrigation.

Mots clés : Irrigation, ressource en eau, salinisation, alcalinisation des sols.

1. Département des Sciences de la terre, Faculté des Sciences, Université AbouBakr Belkaïd, BP 119, Tlemcen, Algérie. E-mail : baryte2003@yahoo.fr

2. Enseignant au Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P 5005, Dakar-Fann, Sénégal ; Tél. : +221 33 825 07 36 courriel : mkdiaw@yahoo.fr

## LA PENURIE DE L'EAU DANS LES PAYS ARABES ET LA NECESSITE DE L'UTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES

L. Zella<sup>1</sup>, D. Smadhi<sup>2</sup>

Le grand enjeu auquel est confronté le monde arabe est de pouvoir produire davantage de nourriture avec un minimum d'eau. La population arabe représente 4,3% du total mondial mais ne dispose que de 0,63% des ressources en eau renouvelables, dont la moitié est d'origine exogène source de potentiels conflits. Les ressources en eau renouvelable estimées à 278 km<sup>3</sup> offrent une ration annuelle à chaque individu de 583 m<sup>3</sup>. Ces ressources sont concentrées dans quelques pays, ce qui expose la grande majorité de la population au stress hydrique. Une part de 180 km<sup>3</sup> soit 65% des ressources renouvelables est prélevée. Ces volumes répartis sur la population donne un ratio de 421 m<sup>3</sup> par an, un volume qui arrive diminué à l'utilisateur pour cause de mauvaise gestion. Une part de

70% de ce volume est utilisée en irrigation sans grand effet sur la production agricole qui reste faible et insuffisante. Cette situation de stress a contraint plusieurs pays à opter pour l'utilisation des eaux non conventionnelles. En production agricole, il existe de vastes possibilités d'accroissement de la productivité de l'eau grâce à une gestion rigoureuse utilisant les avancées de la recherche agronomique. Les rendements agricoles des terres irriguées peuvent être améliorés en gagnant en efficacité d'utilisation hydraulique.

Mots clés : ressources en eau, ratio, irrigation, eaux non conventionnelles

## CONTRIBUTION À L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES À L'AIDE DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUES

- CAS DE LA PLAINE DE MAGHNIA – WILAYA DE TLEMCEN - ALGÉRIE

Abdelbaki C, Aouggad H., Bakhou M..

L'existence de toute sorte de vie est liée à la présence de l'eau. L'insuffisance de cette dernière est l'un des problèmes les plus cruciaux auquel l'homme est confronté. Celle-ci l'a contraint véritablement à sa recherche, notamment, par l'exploitation des eaux souterraines et autres.

Bien que cette difficulté soit préoccupante, il n'en demeure pas moins que la qualité de ces eaux présente, néanmoins, un intérêt majeur.

Dans ce sens, ce travail constitue une contribution pour une meilleure connaissance de la qualité des eaux souterraines de la plaine de Maghnia, par l'application des systèmes d'information géographique.

La plaine de Maghnia étant, dès lors, considérée comme l'un des châteaux d'eau de L'Ouest Algérien.

**Mots clés :** Système d'information géographique – Qualité des eaux – eau souterraine – Base de données – Plaine de Maghnia

1. Université de Blida, Algérie, Email : lakhdarz@yahoo.fr

2. Institut national de la recherche en agronomie, Alger, Algérie

3. Département d'Hydraulique - Faculté des sciences de l'ingénieur - Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen - Algérie  
Tél.: 213 43 28 56 89 / 213 43 28 56 86 - Fax 213 43 28 60 00 / 213 43 28 56 85

E-mail : abdelbakicherifa@yahoo.fr

C\_abdelbaki@mail.univ-tlemcen.dz

## ELABORATION DES CARTES DE VULNÉRABILITÉ PAR LES MODÈLES DRASTIC, PRK ET GOD À L'AIDE DU SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG) (CAS DU BASSIN DE FÈS-MEKNÈS – BASSIN DE SEBOU, MAROC)

N. Sadkaoui<sup>1</sup> & A. Lahrach<sup>1</sup>

Le sous bassin de Saïss fait partie du bassin versant de Sebou, il s'étend sur une longueur de 1000 Km environ et une largeur de 30 Km. Il est limité au Nord par le Prérif, à l'Est par la vallée de l'oued Sebou, à l'Ouest par les affluents de l'oued Beht et au Sud par les Causses du Moyen Atlas. Ce bassin comprend deux unités structurales, la plaine du Saïss à l'Est et le plateau de Meknès à l'Ouest.

Le bassin de Fès-Meknès est une dépression aplatie entourée de régions à surfaces topographiques tourmentées (rides pré-rifaines, causses, Maroc central...). Un accident topographiquement franc, d'orientation globalement WNW-ESE appelé flexure d'Ain Taoujdat, tourné vers le NE, dénivelé nettement deux paliers : le plateau de Meknès à l'Ouest et la plaine de saïss à l'Est abaissée par rapport au premier.

Le bassin du Saïss renferme deux nappes d'intérêt inégal:

- la nappe phréatique qui circule dans des sables, conglomérats et par endroits dans les calcaires lacustres du Plio-Villafranchien ;
- la nappe profonde qui circule dans les calcaires dolomitiques du Lias et se met en charge sous l'épaisse série de marnes imperméables du Miocène.

Ces deux nappes communiquent entre elles par endroits, à travers des flexures et failles ou indirectement par drainage ascendante.

Les eaux souterraines de la plaine de Fès-Meknès constituent une ressource majeure de la région. Notre étude met l'accent sur l'importance de cette ressource surtout sur son caractère irremplaçable. Cependant, un certain nombre de constats de pollution ponctuelle ou diffuse ont été faits.

En effet, il est nécessaire d'appréhender la vulnérabilité en termes de sensibilité à la pollution, pour comprendre et remédier à des situations passées, mais aussi prévenir des situations futures. Ces objectifs constituent une base pour la réalisation de notre étude, cette dernière permet d'évaluer la qualité de ces eaux en s'appuyant sur les caractéristiques du milieu (exemple ; la perméabilité, la topographie, la lithologie, la profondeur de la nappe...etc.). Les cartes de vulnérabilité sont élaborées par les modèles DRASTIC, PRK et GOD afin d'identifier les zones à haut risque de contamination et de subdiviser le secteur d'étude en plusieurs unités qui ont des niveaux différents de vulnérabilité.

Mots clé : Bassin Fès-Meknès, vulnérabilité, contamination, eaux souterraines, DRASTIC, PRK, GOD, ...etc.

## ANALYSE MULTICRITÈRE DU CHOIX DES SITES DES DÉCHARGES CONTRÔLÉES

S. Mrhari<sup>2</sup> & Pr. H. Bartali<sup>3</sup>

En comparant le Maroc à d'autres pays, il est encore en retard dans la gestion des déchets solides, plusieurs décharges de part leur emplacement sont vulnérables et n'assurent pas une protection de l'environnement.

D'où la nécessité de balayer les lois organisatrices et les institutions concernées dans ce secteur, et de critiquer les différentes démarches utilisées par les bureaux d'études au Maroc, pour justifier leur choix des sites potentiels pour les décharges contrôlées, afin de détecter les lacunes et les difficultés de leurs utilisations, en vue de proposer une nouvelle démarche améliorée, fiable et plus adaptée au besoin des utilisateurs.

Les études de présélection des sites sont généralement compliquées et reposent sur des masses importantes d'informations diversifiées et pas toujours disponibles, ce qui implique l'obligation de réaliser par la suite des études

d'impact sur l'environnement plus approfondies, pour s'assurer de la qualification des sites potentiels.

L'étude d'un cas concret est indispensable pour vérifier notre vision à la problématique, et ce à partir d'une analyse multicritère du choix d'un site potentiel pour une décharge contrôlée de la ville de Moulay Bouselham, à l'aide d'un SIG et du logiciel Decision Lab 2000, en déterminant en premier lieu les critères d'exclusion et les rayons de sécurité à respecter pour chaque thème, et après nous chercherons à la base de ces données les surfaces libres qui vont subir par la suite une analyse multicritère pour les classer selon les méthodes statistiques PROMETHEE, dans le but de choisir le meilleur site entre eux.

Cette étude constitue une référence pour les utilisateurs des démarches de présélection des sites de décharges contrôlées ainsi que pour les chercheurs dans ce domaine.

1. Département des sciences de la terre, FST. Fès

2. DAE/ONEP

3. IAV Hassan II

## L'ASPECT GEO-ENVIRONNEMENTAL DES RESSOURCES HYDRIQUES DANS LA REGION DE SAÏDA, ALGERIE

M. Ghali<sup>1</sup>; A. Belhadi<sup>2</sup>, M. Benfreha<sup>2</sup> & A. Boalem<sup>3</sup>

La région de Saïda est caractérisée par ses formations géologiques diverses, ce qui fait d'elle un territoire riche en ressources hydriques de température et de composition chimique variées. C'est une région faillée légèrement plissée, d'altitude moyenne (600 à 1200 m), de relief peu accidenté avec un climat aride et semi-aride. L'Oued Saïda, qui prend naissance au Sud de la ville de Saïda, coule du Sud vers le Nord à la limite entre deux chaînes de montagnes : Les Monts de Daïa à l'Ouest et les Monts de Saïda à l'Est. La diversité géologique des terrains de la région de Saïda engendre des ressources hydriques diverses et variées ; dans ce cadre, on peut citer la station thermale de Hammam Rabbi et celle de Sidi Aïssa au Nord de la ville de Saïda, la source d'Aïn Skhoua (SE de Saïda), la source d'Aïn Zerga (NE de Saïda) ainsi que la source d'eau minérale de Saïda (saïda et sfid). D'autres sources d'eau jaillissent également le long de l'Oued Saïda, telle que la source du Vieux Saïda et la source de Ben Dahou (Matmar). Toutes ces eaux voient le jour soit par fracturation (failles, karst), soit par forage. Le débit de ces points d'eau est limité. Pour cette raison, il faut protéger ces sources hydriques de tout pompage illicite, d'une surexploitation et de tout risque de pollution. De même il faut accorder

un intérêt capital à une gestion rationnelle de cette matière première par les établissements à caractère socio-économique.

L'origine profonde ou superficielle de ces eaux est la principale cause de la différence des températures relevées dans ces nombreuses sources. On peut citer la source de Hammam Rabbi : 47°C ; la source de Sidi Aïssa : 55°C ; la source de Aïn Skhoua : 25 °C et la source de Ben Dahou : 15°C. De point de vue géologique, la région de Saïda est caractérisée par la présence du Horst de Tiffrite, à 25 Km au Nord-Est de la ville de Saïda. Ce môle forme une ossature rigide qui est à l'origine des caractères structuraux particuliers de toute la bordure septentrionale des Hauts Plateaux. Cette résistance à la sédimentation au cours des temps géologiques a provoqué une segmentation en « blocs basculés » avec une augmentation d'épaisseur des formations géologiques vers le Nord-Ouest du môle de Tiffrite. Une variation de faciès a également été observée dans la région de Sidi Boubekeur (ex. Charrier)-Sidi Amar (ex. Franchetti). Dans cette zone on note un passage d'un faciès marneux à un faciès calcaire dans les marno-calcaires de Raourai.

### Références bibliographiques

- AUCLAIR D. et BIELHER J. (1967).- Etude géologique des Hautes Plaines oranaises entre Tlemcen et Saïda. Publ. Serv. carte géol. Algérie, Alger, n. sér., n°34, p. 3-45, 4 fig., 6 pl.
- ELMI S. (1970).- Rôle des accidents décrochants de direction SSW-NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest algérien). Bull. Soc. Hist. nat. Afri. Nord, Alger, t. 61, fasc. 3-4.
- GHALI M. (1984).- Le Jurassique supérieur et le Crétacé basal des Monts de Saïda et de Tiaret-Frenda (Ouest algérien) : stratigraphie et milieux de dépôt ; thèse 3ème cycle, Lyon, 131p, 51 fig., 7pl.
- GHALI M. (1996).- Les ressources hydriques dans les régions de Mostaganem et Saïda, Séminaire National des Sciences de la Terre, Boumerdés.
- GHALI M. (2000).- Géologie, Environnement et Hydrothermalisme dans la région de Saïda, Séminaire « Eaux, Environnement et la Ville : réalités et perspectives » Univ. Oran, Mai 2000.

1. Université Taher MOULAY, Saïda; ALGERIE

2. Université Mustapha STAMBOULI, Mascara, ALGERIE

3. Université Ibn Badis, Mostaganem; ALGERIE

E-mail : m.ghali1@yahoo.fr

## WASTEWATER RECYCLING IN CROP IRRIGATION: IMPACTS ON SOIL, CROP QUALITY AND HEALTH RISK.

Case study in Soudano-Sahelian context: Ouagadougou, Burkina Faso.

M. Sou<sup>1</sup>

Many researchers in agriculture admit that wastewater represents a good resource of nutrients (nitrogen - N -, phosphorus - P -, and potassium - K -) for plants. They have demonstrated that crops irrigated with wastewater have higher yields than those irrigated with freshwater from rivers or dams. Others studies concerning environment protection indicate that wastewater treatment and its recycling in agriculture, is one of the best way to avoid lake and river contamination resulting from spreading of effluents directly into the environment. In other contexts, wastewater reuse as irrigated water can contribute to agricultural self-sufficiency in developing countries. All of these advantages can be exploited provided that the wastewater used meets the WHO and FAO standards created to avoid health risks and damages to soil properties.

The major aim of this study is to validate wastewaters uses as alternative sources of irrigation water and fertilizers while reducing the harmful effects on human health and soil. So the objectives were:

1. Assessment of treated wastewater fertilizer value on tree different crops
2. Health risk evaluation associated with human consumption of those crops and
3. Wastewater irrigated soil quality assessment.

The study takes place in Ouagadougou, a Soudano-Sahelian climate context. Two experimental sites are investigated, both located at the downstream of a lagoon treatment plant.

The first site's plant, where domestic wastewaters are treating, has been chosen for the objectives 1 and 2 applications, during two years: 2006-2007 and 2007-2008. Three crops (lettuce, carrot and eggplant) are

irrigated there, with three different types of waters: (i) treated wastewater, (ii) fresh water with fertilizer and (iii) a mixing between treated wastewater and fresh water at different ratio according to the nitrogen quantity required for the irrigated crop. This last treatment was also completed with phosphorus and potassium synthetic fertilizer to reach the plant needs. The crops yields are determined at the harvest time. Their bacteriological quality (faecal Coliform and some pathogens) and heavy metals contents are also determined.

The second site's plant treats industrial wastewater. It has been chosen to carry out the objective 3, also studied during the two years: 2006-2007 and 2007-2008.

Eggplant was irrigated during these periods with two types of waters: (i) fresh water and (ii) the industrial treated wastewater. At the end of the second year, undisturbed soils samples were taken on the plots irrigated both with fresh and wastewater. A reference plot, located near the site and never irrigated has also been sampled. All samples were studied, by shrinkage curve modelling, to assess their hydro-structural stability. The shrinkage curve interpretations were associated with some soils parameters (i.e. pH, electric conductivity, exchangeable sodium, dissolved organic carbon...).

Results at the first site demonstrated a real potential for domestic wastewaters fertilizers recycling in agriculture, particularly when nitrogen supply is well managed. Crops sanitary quality reveals no pathogens and heavy metals contents were found in acceptable levels for those vegetables consumption. Results on the second site highlight rapid and important damages on soil structural stability when irrigated with those industrial effluents.

1. PhD student : Swiss Federal Institute of Technology at Lausanne (EPFL), ENAC – IIE – ECOH, station 2 , 1005, Switzerland  
mariam.sou@epfl.ch – +41 21 796 94 05 14  
and International Institute of Water and Environmental Engineering (2ie) 01 BP 594, Ouagadougou, 01, Burkina Faso ,  
mariam.sou@2ie-edu.org - +226 70 18 18 82

## EFFECTS OF IRRIGATION WITH SALINE WATERS ON SOIL AND SALT TOLERANCE OF BARLEY VARIETIES IN ARID AREA.

Ch. Fdhil<sup>1</sup>, H. Taâmallah<sup>1</sup>, H. Khatteli<sup>1</sup>, K. Nagaz<sup>2</sup>

In arid area such as south Tunisia, the use of saline water in irrigation is one of the recent alternatives to meet crop water requirements. But one of the problems of using this water for irrigation is soil salinisation. The understanding of the current and expected impact of saline irrigation on soil and plants make possible the management of our soil and water resources. This study aims to evaluate effects of saline irrigation on crop yields and soil salinity. First we tested the salt tolerance of 7 barley accessions, provided by ICBA and compared, with a land race barely variety "Arthaoui" originally from Medenine, under field conditions (southeast of Tunisia). Second we monitored the soil salinity under saline irrigation. 24 plots as 3 replicates for each variety or accessions were irrigated with saline water (EC = 9.73 dS m<sup>-1</sup> and TDS = 7.4 g/l). According to our field experiment, the variety Arthaoui and the accession 82/2A showed a larger grain and straw yield

and the highest water use efficiency values. The stomatal conductance values showed that some of the 7 tested accessions were more sensitive than others to water stress caused by salinity. The fewer ears per plant of the 7 tested accessions comparing to the Arthaoui variety, explained the decrease in crop productivity and water use efficiency. The barley accession 82/2A was the most salt tolerant in our field conditions. Under saline irrigation, the salinity increase significantly in the upper soil profiles of all plots (from 2.01 to 7.83 dS/m in P1). The concentration of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> increased with soil EC. The slight leaching due to the rainfall (142.4 mm) was insufficient to transport salt deeper in the soil profile. The salt accumulation was aggravated by the intense evapotranspiration.

**Key words:** Barley, saline water, irrigation, stomatal conductance, water use efficiency.

## PROBLÈMES DE GESTION DE L'EAU SUR LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN ORIENTAL (Maroc Nord Est)

A. Sbai<sup>3</sup>

Le littoral méditerranéen oriental est confronté à des problèmes de gestion des eaux dont certains sont amplifiés par l'afflux touristique estival. Cependant, d'autres problèmes spécifiques se posent et font de la gestion en secteur littoral l'un des thèmes essentiels de la gestion de l'eau. Il s'agit par exemple du manque de ressources des réseaux littoraux, du fait de la petite taille des bassins versants, de l'absence ou de la fragilité des nappes.

Les variations saisonnières des besoins en eau mettent en évidence la sensibilité du système de distribution de l'eau, avec une demande en eau multipliée par une dizaine voire une centaine de fois en été. Au-delà des difficultés pour assurer l'approvisionnement, se posent des contraintes économiques, matérialisées directement par le prix de l'eau. Les problèmes sont du même ordre en matière d'eaux usées, les volumes rejetés et traités connaissent de fait, les mêmes fluctuations mensuelles.

Les collectivités littorales se trouvent donc confrontées à des problèmes de gestion de ces flux, difficiles à collecter et à traiter : eaux parasites liées à une urbanisation pas toujours bien contrôlée, problèmes d'eau pluviales lors des périodes de fortes pluies... La mauvaise gestion des eaux usées est aujourd'hui directement responsable de la qualité insuffisante des eaux de certains secteurs de ce littoral (Nador par exemple).

La gestion de l'eau en général et tout particulièrement en zone littorale, est aujourd'hui au littoral méditerranéen oriental un des thèmes majeurs de l'environnement. Ce thème est prioritaire sur un plan politique, car directement lié à l'une des principales activités économiques, sur laquelle misent les autorités locales et régionales : le tourisme.

**Mots-clés :** Eau, littoral, gestion, urbanisation, Maroc nord-est.

1. Eremology and Combating Desertification Laboratory, Pedology unit,

2. Arid and Oases Cropping Laboratory, Institute of Arid Area 4119 Medenine – Tunisia. E-mail : cherifa\_fdhil@yahoo.fr.

3. Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.

## CRITÈRES DE CHOIX POUR LA MISE EN PLACE D'UN PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ DE 300 HA EN RÉUTILISATION DES EAUX USÉES ÉPURÉES À SETTAT (MAROC)

J. Beraud<sup>1</sup>, M. Cadillon<sup>1</sup>, A. Chibani<sup>2</sup>, J.-C. Lacassin<sup>1</sup>, M. Moulay R'chid<sup>2</sup>, M. Zahry<sup>2</sup>

Jusqu'en 2006, les eaux usées brutes urbaines et industrielles de la ville de Settât étaient rejetées sans traitement dans l'oued Boumoussa, d'où elles s'infiltraient progressivement en traversant la plaine de Berrechid. Les communautés agricoles voisines développèrent des cultures irriguées en pompant l'eau de l'oued, avec des impacts environnementaux et sanitaires négatifs sur le milieu naturel et sur les populations, mis en évidence par une série d'études au début des années 2000. Depuis 2006, une station d'épuration (STEP) par lagunage tertiaire, de 175 000 équivalents habitants, traite les eaux usées urbaines de Settât. La qualité sanitaire des eaux en sortie atteint le niveau A défini par l'OMS et la réglementation marocaine, qui permet une réutilisation sans contraintes majeures.

La Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Chaouhia (RADEEC), propriétaire et gestionnaire de la STEP, aidée de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), dans un souci de gestion durable et intégrée des ressources en eau, a souhaité étudier la faisabilité d'un périmètre irrigué pour la réutilisation des eaux usées de Settât.

L'étude s'est déroulée en trois étapes. Dans un premier temps, une analyse des contraintes a été réalisée, sur la base d'enquêtes agricole et pédologique, d'une étude économique et d'une évaluation des risques menaçant la qualité de l'eau. Dans un deuxième temps, différents scénarii techniques ont été proposés, articulés autour des variables suivantes : taille et localisation du périmètre, assolement cultural, type de réseaux de transport de

l'eau, mode d'irrigation à la parcelle. Le choix d'un scénario a été effectué. Enfin dans un troisième temps, le scénario retenu a été détaillé et une étude d'impact environnemental et sanitaire menée.

La localisation du futur périmètre irrigué a été proposée en aval immédiat de la STEP. Il recouvre 300 ha environ. Le schéma hydraulique préconisé prévoit un stockage de régulation de 14 000 m<sup>3</sup>, une unité de filtration et une station de pompage, installés en tête de réseau. Le mode de distribution est celui des conduites basse-pression. Le coût des travaux s'élève à 21.6 millions de DH. Le prix de revient de l'eau, selon différentes hypothèses, varierait de 1.02 à 1.33 DH/m<sup>3</sup>.

Les exploitants agricoles de la zone sont largement favorables à la réutilisation des eaux usées épurées, et une enquête pédologique a démontré la bonne aptitude des sols à ce type d'irrigation.

Un assolement intensif a été proposé, basé sur des cultures à forte valeur ajoutée et déjà présentes dans la zone, fourrage, maraîchage et oliviers. Besoins de lessivage (risque lié à la salinité) et efficacité d'irrigation compris, le volume annuel est de 6 800 m<sup>3</sup>/ha.

La faisabilité technique du projet a été mise en évidence, et ses principaux risques identifiés et évalués. La concrétisation passe désormais par une phase institutionnelle : création d'une association d'irrigants et dépôt d'un dossier de demande auprès de l'Agence de Bassin.

1. SCP : Société du Canal de Provence et d'aménagement de la région provençale  
- contact [jacques.beraud@canal-de-provence.com](mailto:jacques.beraud@canal-de-provence.com)  
2. ADI : compagnie d'aménagement agricole et de développement industriel  
- contact [m.zahry@adi.ma](mailto:m.zahry@adi.ma)

## ETUDE DE L'ÉLIMINATION D'UN HYDROCARBURE AROMATIQUE POLYCYCLIQUE (NAPHTALENE) DU MILIEU AQUEUX PAR ADSORPTION SUR UNE ARGILE MODIFIÉE.

M.Zenasni, A.Benghalem, S.Taleb

La pollution des eaux par des substances chimiques de différentes natures et d'origines diverses est source importante de dégradation des milieux naturels. Elle constitue un souci majeur environnemental pour l'humanité qui s'applique depuis quelques années déjà à rechercher les solutions idoines à ce problème épineux. De multiples études scientifiques en témoignent dont le principal objectif est le traitement des eaux contaminées pour en améliorer la qualité et prémunir ainsi l'homme des dangers que représentent pour sa santé ces agents polluants.

La pollution hydrique par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) est actuellement au cœur de l'actualité environnementale. L'EPA a identifié 16 composés prioritaires, dont certains d'entre eux se sont révélés cancérogènes. Leurs répartitions dans l'environnement par émission ou par transport avec un risque potentiel sur la santé humaine ont retenu l'attention de plusieurs organismes internationaux (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, OMS, FAO).

L'objectif de notre travail est d'étudier l'efficacité des argiles montmorillonites à éliminer le naphthalène un polluant organique de la famille des HAPs du milieu hydrique, par un processus d'adsorption. Les argiles devant agir sous forme de complexes après modification de leur structure par intercalation d'un polycation de fer et d'un tensio-actif cationique le bromure de cétyl-

triméthyl ammonium (CTAB) qui les rend hydrophobes et organophiles.

Les résultats montrent que l'intercalation augmente considérablement l'adsorption du naphthalène. En effet, l'argile modifiée élimine le naphthalène de 73%, alors que l'argile sodée non modifiée ne dépasse guère les 50%. Les isothermes d'adsorption démontrent de grandes affinités adsorbant-adsorbé en milieu neutre (pH= 6,6) constituant de ce fait un grand avantage pour les essais en milieu naturel. Les paramètres cinétiques et dynamiques ont été déterminés et optimisés : temps de contact, masse d'adsorbant, rapport liquide/solide, concentration initiale et effet de la température. L'étude thermodynamique démontre que le processus d'adsorption du naphthalène est un processus endothermique se déroulant avec une diffusion intraparticulaire. L'exploitation des résultats par les lois de Freundlich et Langmuir montre que la rétention du naphthalène sur l'argile modifiée est prévisible à partir des isothermes d'adsorption en accord avec le modèle de Freundlich avec des capacités d'adsorption élevées.

Ainsi, les résultats obtenus montrent que notre complexe argileux pourrait être efficace pour contribuer à la dépollution des eaux contaminées.

Mots clés : Argile modifiée, Adsorption, pollution hydrique, Naphthalène, Isothermes.

## LES OUTILS D'ÉVALUATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

S. Tireche<sup>2</sup>, A. Tairi<sup>2</sup>

L'environnement aquatique est soumis à la pression croissante des activités industrielles et humaines ces contaminants rejetés dans l'environnement finissent par se retrouver plus ou moins rapidement dans les chaînes trophiques, où ils peuvent avoir des effets à court et à long terme (le cas de Minamata en est la preuve).

Nous nous sommes intéressés à l'impact de l'activité industrielle sur le littoral de la wilaya de Boumerdès à travers l'évaluation des rejets des effluents des entreprises. Ces derniers rejoignent l'oued Isser qui est un oued exoréique.

Dresser donc un diagnostic environnemental du littoral revient donc dans un premier temps, à réaliser un état des lieux et des ressources. Il caractérise l'état de santé des principaux milieux littoraux affectés par les pollutions charrier par les cours d'eaux.

Les résultats obtenus ont été transposés sur le système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-eau).

L'intérêt de cet outil est de pouvoir s'adresser aux autorités compétentes pour y trouver les éléments de base nécessaire à leurs informations, ou pour les aider à prendre une décision afin d'évaluer la qualité physico-chimique, son aptitude aux usages et aux fonctions naturelles des milieux aquatiques. En identifiant les altérations qui compromettent les équilibres biologiques ou les usages. Le SEQ-Eau autorise un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de corrections nécessaires pour garantir un équilibre écologique du milieu aquatique (développement durable).

Mots Clés: Pollution industrielle, stress environnemental, gestion durable, SEQ, Développement Durable

1. Laboratoire de Matériaux & Catalyse, Faculté des Sciences, Université Djillali Liabès, BP89 Sidi-Bel-Abbès 22000 Algérie.  
E-mail : zenasni\_mounya@yahoo.fr

2. Laboratoire Synthèse Pétrochimique : Ergonomie et Protection de l'Environnement. FHC  
Université M'hamed Bougara Boumerdès

## CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE DES EAUX D'OUED SEBOU (région de Fès), Maroc

E. Derwich<sup>1\*</sup>, Z. Benziane<sup>2</sup>, L. Benaabidate<sup>3</sup> & A. Lahrach<sup>3</sup>

La croissante démographique importante qu'a connue la ville de Fès, ainsi que l'implantation des quartiers sociaux à la périphérie ont participé à la dégradation de la qualité des eaux d'Oued Sebou. Cette situation néfaste à des effets considérables sur l'environnement de la ville dans la mesure où l'Oued Sebou est devenu un égout induisant diverses nuisances. La pollution totale rejetée par la ville de Fès s'élève à 100.000 m<sup>3</sup>/j, elle atteindra 120.000 m<sup>3</sup>/j à l'horizon 2015 (RADEEF, 2007). L'Oued Sebou représente le principal réseau superficiel de la ville de Fès. Il se trouve actuellement menacé par les activités humaines: rejets urbains, industriels et agricoles. Dans le but d'évaluer la qualité des eaux de l'Oued Sebou, une étude a été entamée pour la détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques durant les deux saisons: Hivernale (Novembre 2007 et Estivale (Juillet 2008). Les résultats obtenus révèlent une situation préoccupante de l'état de ce cours d'eau qui se trouve menacé sérieusement par les eaux usées notamment industrielles de la ville de Fès. En

aval des rejets de la ville et en aval du point de confluence de l'Oued Fès et Oued Sebou, on constate que ces eaux sont turbides et portent une faible charge organique et une charge minérale élevée. Elles possèdent des concentrations importantes en Nitrites, phosphates sulfates et des taux élevés en métaux lourds (Cd, Hg, Cr, Cu et Zn). Cette étude a permis également de donner une estimation de la charge bactérienne des eaux usées rejetées. Les concentrations en Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux rencontrés dépassent largement les normes recommandées par l'OMS. Face à cette situation précaire et pour une bonne préservation du milieu récepteur, des interventions s'imposent pour remédier à ce problème environnemental par l'installation d'une station de traitement des effluents domestiques et industriels.

Mots clés : Eaux usées brutes, pollution, physico-chimique, bactériologie, métaux lourds, oued Sebou.

## ENHANCING OF ELECTROKINETIC REMEDIATION OF CHROMIUM USING CHELATE AGENTS

O.Merdoud<sup>4</sup> & D.E.Akretche<sup>5</sup>

Chromium compounds have various industrial applications, including chromium plating, metallurgy, pigment manufacturing, leather tanning and wood preservation.

Common use of chromium compounds in industry is a source of chromium emissions in environment. The persistence of Cr(VI) in these media suggests the continuing need for a variety of suitable techniques of treatment. A widely accepted method to reduce the impact of chromium in the environment is to convert Cr(VI) to the less toxic and less mobile Cr(III). Electrokinetic remediation has been known to be remove contaminants, such as heavy metals, by inserting electrodes in the reservoirs and applying a low-level DC power between the electrodes.

The feasibility of using chelate agents to enhance the electrokinetic remediation of heavy metal contaminated

soil has been investigated in this study. EDTA, citric acid and oxalic acid were employed as the chelating agents during these studies.

Three parts of experiments were conducted to evaluate the influence of EDTA, citric and oxalic acid on the removal of chromium. For all tests, a constant DC voltage gradient of 45V was applied for a treatment time that range from 14 to 20 days. During the electrokinetic remediation of the Algerian-chromium contaminated soil, the electric current, the electrolyte pH and the voltage across the cell were measured daily at the electrode compartments.

The obtained results, shows that the use of this three ligands improves the soil remediation of chromium.

**Key words:** electrokinetic, hexavalent chromium, membrane, Chelate agents

1. Centre Universitaire Régional d'Interface, USMBA, Fès

2. Laboratoire Energie, Ressources Naturelles et Modélisation, Faculté des Sciences, Fès

3. Laboratoire de Géoresources et Environnement, FST, Fès -- \*E-Mail: elhoussinederwich@yahoo.fr

4. Research Centre of Physical and Chemical analyses (CRAPC), El-Alia, Algiers, Algeria

5. Laboratory of Hydrometallurgy and Inorganic Molecular chemistry, Faculty of Chemistry, University of Sciences and technology Houari Boumediene, Bab ezzouar, Algiers, Algeria.

DE LA BIO-ADHÉSION À LA COLONISATION DANS LES RÉSEAUX D'EAU POTABLE :  
ADAPTATION DE BACTÉRIES MODÈLES AUX MODIFICATIONS  
PHYSICO-CHIMIQUES DU MILIEU

N. Boutaleb<sup>1,2</sup>, E. Lahaye<sup>1</sup>, V. Le Tilly<sup>1</sup>, N. Sabiri<sup>1</sup>, B. Bahlaouan<sup>2</sup>, H. Latrache<sup>3</sup> & O. Sire<sup>1</sup>

Les biofilms se développant dans les canalisations d'eau potable posent un réel problème de santé publique en sus des phénomènes de corrosion ou de pertes de charges qu'ils occasionnent. Ce sujet a intéressé plusieurs équipes dans le monde entier, la majorité d'entre eux ayant conclu que la lutte contre ces nuisances parvient à travers la compréhension des mécanismes impliqués dans l'adhésion bactérienne à un support abiotique.

C'est ainsi que nous avons commencé notre étude dans l'objectif de contribuer à la compréhension des mécanismes impliqués dans le processus de bio-adhésion aux canalisations d'eau potable dans les conditions du Maroc à travers une évaluation des propriétés physico-chimiques (hydrophobicité, caractère acide-base et charge de surface) et structurales de la membrane bactérienne ainsi que des tests d'adhésion.

L'impact de facteurs environnementaux tels que le pH, la force ionique ou la présence de chlore est étudié, et des modifications physico-chimiques des propriétés de surface des bactéries sont évaluées ce qui a permis de mieux comprendre le rôle respectif joué par les interactions physico-chimiques non-spécifiques dans le phénomène de bio-adhésion. Ces résultats sont complétés par une analyse structurale en utilisant la spectroscopie infrarouge qui a révélé l'implication des constituants membranaire (essentiellement polysaccharidique) dans l'adaptation bactérienne aux changements des conditions physico-chimiques du milieu.

L'approche théorique XDLVO est comparée aux résultats des tests d'adhésion sur différents supports de canalisations d'eau potable. Ceci a permis de préciser ses limites pour prédire la bio-adhésion et les types d'interactions susceptibles d'intervenir lors de ce processus.

Les résultats obtenus nous ont conduit à introduire d'autres paramètres et réorienter l'étude vers une étude en mode «dynamique» afin d'évaluer l'adaptation structurale, l'organisation et l'architecture du biofilm développé sous différentes conditions physicochimiques et hydrodynamiques grâce au couplage de la spectroscopie infrarouge avec la microscopie confocale de fluorescence. De grandes variations de colonisation et de viabilité au sein des biofilms ont été observées. Un marqueur précoce de la colonisation a été identifié qui pourrait permettre d'identifier, et donc d'anticiper, des configurations à risque afin d'aider les opérateurs et traiteurs d'eau potable à reconnaître les conditions à risque nécessitant une surveillance accrue du réseau de distribution.

Les résultats ayant obtenus, devront être validé sur le terrain ce qui nécessite l'établissement d'un partenariat avec les sociétés qui gèrent l'eau dans le Maroc.

**MOTS-CLÉS :** Biofilms, eau potable, bioadhésion, polysaccharides membranaires, conditions environnementales, physico-chimie de surface, canalisation.

1. Université Européenne de Bretagne, Université de Bretagne-Sud, Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux de Bretagne, BP573, 56017 Vannes, France.

2. IPI Environnement SARL, 15, Rue 158 Hay Moulay Abdallah, Casablanca, Maroc.

3. Equipe de Microbiologie et Biochimie appliquées à l'agroalimentaire, l'environnement et la santé, Faculté des Sciences et Techniques, BP523, Beni Mellal, Maroc.

## AIDE AU CHOIX D'UN SYSTEME D'AERATION POUR L'EPURATION DES EAUX USEES DE LA VILLE DE SOUK-AHRAS, ALGERIE

M. Chabi<sup>1</sup>, Y. Hammar<sup>2</sup> & AS. Araibia<sup>3</sup>

Le déversement des eaux usées urbaines dans les cours d'eau nuit à l'environnement aquatique de sorte que les eaux usées urbaines doivent être traitées avant leur rejet dans le milieu récepteur. Le procédé d'épuration par boues activées consiste à favoriser le développement de microorganismes agglomérés sous forme de floccs maintenus en suspension (culture libre) dans un bassin dite bassin d'aération. Ce dernier est l'élément clé d'une station d'épuration par boues activées. Au sein de cet ouvrage doivent être des systèmes d'aération pour assurés la couverture des besoins en oxygène liés à la dégradation bactérienne aérobie de la matière organique.

Après une longue visite des différentes Stations d'épuration à boues activées existantes et fonctionnelles au niveau du territoire Algérien, nous avons fait un bilan que toutes les stations d'épuration réalisées jusqu'à ce jour ont un système d'aération mécanique à savoir les aérateurs de surface. Ce poste représente, dans une installation à boues activées, 60 à 80 % de la dépense énergétique totale de fonctionnement. Les performances biologiques des systèmes d'aération à boues activées sont intimement liées aux conditions d'échange entre le substrat, la biomasse active et l'oxygène fourni au milieu. Une conception rigoureuse du bassin d'aération, au travers des installations de brassage et d'aération

notamment, est donc primordiale. Un brassage de bonne qualité permet d'homogénéiser la boue dans le réacteur, d'éviter les dépôts et donc de limiter le risque de développement d'organismes filamenteux. Ces derniers influeraient de façon négative sur la qualité de l'effluent traité (problèmes de décantation dans le clarificateur) ainsi que sur la qualité mécanique des boues biologiques. Il assure également un mélange efficace des différents fluides (effluent à traiter, boues recirculées, liqueur mixte).

Pour ce la nous avons appliqué des différentes opérations sur une commune du l'Est d'Algérie qui s'appelle Souk-Ahras, épurant ces eaux usées domestiques dans une station à boues activées utilise un aérateur de surface. Ces opérations de brassage et d'aération doivent être réalisées au moindre coût énergétique. En ce sens, la connaissance des performances des différents systèmes d'aération est un moyen pour répondre à cet impératif économique.

Mots Clés : épuration par boues activées, bassin d'aération, oxygénation, aérateurs de surface, dépense énergétique, brassage, moindre coût énergétique, impératif économique

## ANALYSE DES TENEURS EN ELÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM) DANS LES SOLS SOUMIS À UN ÉPANDAGE PAR LES EAUX USÉES (OURZIRHA, MEKNÈS, MAROC)

Z. Ould Arby<sup>4</sup>, A. Dekayir<sup>4</sup> & M. El Maataoui<sup>4</sup>

Une grande superficie des sols, qui se trouvent au voisinage de la ville de Meknès a été soumise pour long-temps à un épandage par les eaux usées domestiques en provenance du domaine urbain. Dans les parcelles cultivées, ces sols présentent en surface des accumulations de sels, des phénomènes d'hydromorphie etc.

Pour étudier et analyser les teneurs en Eléments Traces Métalliques (ETM) dans ces sols, deux types de sols ont été choisis dans la région d'Ourzirha (NW de la ville de Meknès). Un sol alluvial vertique sur marne miocène et un sol calcimagnésique développé sur calcaire du Trias. Les analyses chimiques des sols épandus par les eaux usées ont montré la présence des petites concentrations

en ETM le long des profils de deux sols étudiés. Pour connaître la distribution verticale des ETM, des bilans de masse ont été faits. Ces bilans de masse ont montré, des grandes lixiviations en profondeur, pour la plupart des ETM analysés dans les deux types de sols étudiés : As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn. Le sol alluvial vertique a montré une contamination dans l'horizon de surface par le Zn. Les teneurs des autres ETM sont faibles, et même parfois moins que celles des sols témoins, dans les deux types de sols étudiés.

Mots-clés : sol, eau usée, épandage, éléments en traces métalliques

1. Maître assistant à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Annaba, Algérie chabi.moncef@Yahoo.fr

2. Maître de conférence à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Annaba, Algérie yachaze@Yahoo.fr

3. Etudiant de Magister au Centre Universitaire-Souk Ahras, Souk Ahras, Algérie as.araibia@gmail.com

4. Laboratoire d'Ingénierie Géologique, Faculté des Sciences, Meknès. Maroc

## SLUDGE ACCUMULATION IN AN ANAEROBIC POND AND VIABILITY OF HELMINTH EGGS: A CASE STUDY IN BURKINA FASO

A.H.Maiga<sup>1</sup>, Y. Konate<sup>1</sup>, J. Wethe<sup>1</sup>, D Basset<sup>2</sup>, C. Casellas<sup>3</sup>, B. Picot<sup>3</sup>

Sludge accumulation and its pathogen content in pond are important to be known in developing countries for its management and to safeguard public health from its reuse. An anaerobic pond has been investigated for sludge accumulation and helminth eggs viability after four years operation in Burkina Faso. The rate of sludge accumulation was evaluated to averages of 18.4 cm/year, and 0.037 m<sup>3</sup>/capita year. Two equations describing vertical distribution of total solids and volatile solids in the accumulated sludge were found to be represented by the regressions equations

adequately. Helminth eggs were reduced on average by 90% in the anaerobic pond. *Ascaris lumbricoides* and

*Ancylostoma* sp were the most common eggs present in the sludge after four years operation. The average concentration of helminth eggs was 536 eggs/gTS and their rates of viability ranged from 10.8% (47 viable eggs/gTS) to 57.2 (1772 viable eggs/g TS, with an average rate of 36% (336 viable eggs/g TS). From a sludge depth and section study, eggs viability was found to be randomly distributed in the sludge layer.

**Keywords:** Anaerobic pond; egg viability; helminth; sahelian climate; sludge accumulation; sludge distribution.

## TECHNIQUE D'ASSAINISSEMENT AUTONOME POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SUD ALGERIEN

Dr. M. Bessenasse<sup>4</sup>

En absence de réseau collectif, les eaux usées d'habitations dans les localités rurales sont collectées dans les meilleurs des cas vers des fosses individuelles destinées à être vidangées régulièrement. Généralement, les habitations rurales ne sont pas dotées de réseaux d'assainissement, ni de fosses septiques. Ces fosses n'étant pas étanches, l'eau s'infiltré directement dans le sol par le radier et pollue ainsi la nappe. Cette situation représente un danger permanent de contamination par les bactéries à transmission hydrique MTH.

Le but de l'expérimentation est de promouvoir les techniques d'assainissement autonome pour l'épuration des eaux usées domestiques. Le site de Ain Louissig au sud de la wilaya de Ghardaïa a été retenu en 1994 pour une première expérimentation en Algérie, jusqu'à nos jours aucune autre réalisation de grande importance n'est venue s'ajouter. La filière expérimentale d'assainissement se compose de deux fosses septiques en série

suivie d'un filtre à sable vertical drainé. Ce dernier est conçu de manière à utiliser en alternance deux surfaces filtrantes.

Le site expérimental est situé dans un lotissement à 70 Km de Ghardaïa au sud Algérien. Le nombre de logements raccordés au site expérimental est de 30 de type F4. Chaque famille est composée de 04 à 06 enfants et de 02 adultes. L'expérimentation répond aux besoins d'un lotissement semi – collectif.

Après pratiquement dix ans de fonctionnement de cette filière, ses performances et ses défaillances incitent – elles à la vulgarisation de ce système ? Ce que nous tenterons d'explicitier avec l'exemple de Ain –Louissig de la Wilaya de Ghardaia.

**Mots clés :** fosse septique, rejet, épuration, filtre, DBO, DCO, pollution, préservation.

1. Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement : 2iE, Rue de la Science, 01 BP 594 Ouagadougou 01 Burkina Faso. (E-mail : [yacouba.konate@2ie-edu.org](mailto:yacouba.konate@2ie-edu.org), [amadou.hama.maiga@2ie-edu.org](mailto:amadou.hama.maiga@2ie-edu.org), [joseph.wethe@2ie-edu.org](mailto:joseph.wethe@2ie-edu.org))
2. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie, UMR 2724, CHU Montpellier 163, rue A Broussonet 34090 Montpellier cedex France. (E-mail : [d-basset@chu-montpellier.fr](mailto:d-basset@chu-montpellier.fr))
3. Département Sciences de l'Environnement et Santé Publique, UMR 5569 Hydrosociences- UMI, Faculté de Pharmacie, BP 14491, 34093 Montpellier cedex 5, France. (E-mail : [picot@univ-montp1.fr](mailto:picot@univ-montp1.fr), [casellas@univ-montp1.fr](mailto:casellas@univ-montp1.fr))
4. Enseignant et Chercheur Universitaire, Université Saad DAHLAB (Blida) - Algérie.  
Adresse : B.P 26 D – Hadjout – W.Tipaza – 42200 – Algérie. Fax : 00.213.25.43.11.64. Courriel : [mbessenasse@yahoo.fr](mailto:mbessenasse@yahoo.fr)

## CONTRIBUTION AU TRAITEMENT, PAR ADSORPTION, D'UNE EAU CONTAMINÉE PAR UN COLORANT (BM) SUR UNE MONTMORILLONITE ACTIVEE

I. Feddal<sup>1\*</sup>, S. Taleb<sup>1</sup>, Z. Bengharez<sup>1</sup> & E. Gaigneaux<sup>2</sup>

Aujourd'hui, les ressources en eau douce (eau de surface, eau souterraines) sont atteintes par la pollution anthropique. En effet, des études récentes révèlent la présence de diverses substances toxiques, dans les eaux superficielles et souterraines partout dans le monde, ainsi que des sous-produits industriels, des produits pharmaceutiques et les produits phytosanitaires. Ces substances organiques sont en majorité des produits aromatiques qui sont caractérisés par une toxicité élevée et sont considérés, aujourd'hui, comme des micropolluants cancérigènes dangereux même lorsqu'ils existent sous forme de traces. Par ailleurs, l'utilisation abusive et parfois sauvage de ces produits très toxiques engendre des conséquences très graves sur la santé. En effet, en plus de leur rémanence dans les sols, ils génèrent des produits de dégradation qui peuvent être parfois plus dangereux. Ainsi, la protection des ressources naturelles contre ces polluants est fondamentale pour une perspective d'un environnement durable. En effet, la dégradation qualitative et quantitative des ressources en eau ne cessent de se développer, auxquels s'ajoutent ceux causés par les changements climatiques.

Pour ce faire, l'objectif de ce travail consiste à étudier l'adsorption du bleu de méthylène choisi comme modèle de colorant rejeté dans les effluents industriels et en même temps comme une molécule organique polluante par une argile locale sodée type Montmorillonite et argile sodée activée thermiquement à 300°C. Les

résultats de l'adsorption du bleu de méthylène (BM) par ces deux argiles, montrent que la capacité d'adsorption de cette molécule est importante : elle est de l'ordre de 200mg/g.

Une série d'expériences a été réalisée afin d'étudier l'influence, sur la cinétique d'adsorption, de certains paramètres tels que: (i) la masse d'argile, (ii) la température, (iii) la concentration initiale en colorant, (iv) le pH de la solution.

L'étude de la cinétique d'adsorption révèle une cinétique assez rapide de l'ordre de 30min.

Aussi, la variation de la température du milieu réactionnel influe considérablement l'adsorption du bleu de méthylène. En effet, lorsque la température augmente, l'adsorption devient favorable et spontanée. Les isothermes d'adsorption montrent une affinité importante adsorbant-adsorbant à pH neutre = 6.6. L'étude de la cinétique d'élimination du BM a révélé que la cinétique apparente d'adsorption est d'ordre 2 avec une diffusion intraparticulaire.

En conclusion, nous pouvons dire que la montmorillonite activée thermiquement présente des propriétés adsorbantes très significatives. Cette étude se veut ainsi être une contribution à la dépollution des eaux résiduaires.

Mots clés : montmorillonite, activation thermique, adsorption, bleu de méthylène, cinétique

1. Laboratoire Matériaux & Catalyse, Faculté des sciences, Site 1, BP 89, 22000 Sidi Bel-Abbès, (Algérie)

\*E.mail : imene22000@hotmail.com

2. Unité de Catalyse et de Chimie des matériaux divisés, Université Catholique de Louvain-La-Neuve (Belgique)

## UTILISATION EFFICIENTE DE LA POMPE À PÉDALES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE IRRIGATION EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

S. Jebbour

La pompe à pédales est un moyen d'exhaure de l'eau simple de fabrication artisanale et à faible coût, qui reste d'une utilité très importante à l'échelle de la petite irrigation.. Ce type de dispositif ayant fait ses preuves en Asie, a été par la suite introduit au niveau de plusieurs pays d'Afrique notamment en Afrique de l'Ouest et a été l'origine du développement de l'activité agricole en saison sèche et en saison humide en assurant l'irrigation de complément.

L'introduction de cette pompe à permis de réduire la pénibilité du pompage traditionnel et de pouvoir transporter l'eau d'irrigation, en utilisant les conduites en pvc, sur des distances, qui autrefois, étaient impossibles traditionnellement. Ce qui a permis de surmonter les terrains accidentés et d'accéder aux terres fertiles non exploitées en saison sèche.

La production des cultures en contre saison (cultures maraichères) moyennant la petite irrigation, ont pu atteindre un rendement moyen de 19 T/ha avec un revenu moyen par hectare de 1 470 000 FCFA, ce qui a permis à la fois l'amélioration de la trésorerie des paysans et la mise à disposition de la population rurale des produits à consommer, particulièrement au niveau des villages enclavés. Sur le plan social, la pompe à pédales a contribué à la promotion de l'emploi, suite à la création des activités durant la saison sèche, constituant pour la majorité de la population rurale une longue période d'inactivité. Elle a en outre, été à l'origine de l'initiation des activités agricoles dans des sites ou la population n'a pas l'habitude de produire en contre saison. Ce qui a largement contribué à retenir les

paysans sur les sites, réduisant ainsi la migration des jeunes à la recherche du travail dans les villes.

Cette pompe aussi simple soit-elle, aussi bien en matière d'installation qu'en matière de fonctionnement, peut ne pas être opérationnelle pour de simples difficultés d'ordre pratique, pouvant être pourtant facilement évitées. Ces difficultés, dans le cas où elles se répètent, peuvent être l'origine de l'abandon de ce dispositif d'élévation d'eau par les paysans, ou ralentir son rythme d'extension. Elles résultent simplement de quelques aspects ignorés par les paysans.

Ces aspects, se traduisent par des effets négatifs sur plusieurs niveau d'utilisation de la pompe. A titre d'exemple, la mauvaise position de l'utilisateur sur les pédales, se traduit par des pertes en effort de motricité fourni par l'utilisateur, qui en principe devrait être économisé pour pouvoir pomper davantage. Ces pertes en effort peuvent être de l'ordre de 40 % de l'effort fourni. Les mauvaises positions de la pompe et les mauvaises mises en place de quelques organes peuvent engendrer des pertes en effort de motricité de l'ordre de 30 %. A ceci s'ajoute les petites erreurs d'inattention causant l'usure rapide des pièces nécessitant des changements fréquents, ou des fois, se traduisant par des pertes en débits qui peuvent dépasser 50 % du débit de la pompe. L'ensemble de ces aspects conduit à une utilisation non efficace de la pompe. Une meilleure maîtrise de ces aspect par les paysans facilitera l'utilisation de la pompe tout en réduisant les pannes et permettra davantage son expansion en milieu paysan.

*1. Ingénieur de Génie Rural, responsable de la composante maîtrise de l'eau et mise en valeur des terres au programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA) du Burkina Faso (1999 à 2004)*

## PROBLÉMATIQUE DU GENRE ET EAU AU MAGHREB : VERS LE DÉVELOPPEMENT D'INDICATEURS SENSIBLES AU GENRE DANS LA BASE DE DONNÉES AQUASTAT DE LA FAO

M. El Amrani<sup>1</sup>

La problématique de l'étude abordée dans le cadre de cette communication est fondée sur le constat général d'absence d'indicateurs sensibles au genre dans la base de données Aquastat de la FAO malgré l'importante et la place de la femme rurale dans la production agricole et dans la gestion et l'exploitation des ressources en eau au Maghreb et dans le monde.

En effet, dans la plupart des pays, l'eau a toujours été au cœur des responsabilités traditionnelles des femmes. C'est pourquoi la prise en compte de l'approche genre est essentielle pour de bonnes pratiques de développement et se trouve actuellement au cœur du progrès économique et social. Les résultats du développement ne pourraient réellement être optimisés et pérennisés en l'absence d'une attention explicite portée aux besoins et intérêts différents des hommes et des femmes. L'intégration transversale du genre a été adoptée comme stratégie mondiale pour la promotion de l'égalité entre les sexes dans le plan d'action de la quatrième Conférence mondiale sur les femmes, tenue à Pékin en 1995. Dans ce sens, une évaluation récente de la Banque Mondiale effectuée sur 122 projets d'eau a trouvé que l'efficacité d'un projet donné est 6 à 7 fois supérieure lorsque les femmes sont impliquées.

L'objectif de cette communication consiste à montrer que l'importance du rôle de la femme en relation avec l'eau et l'irrigation ne peut effectivement être saisie et mise en évidence qu'à travers des données et des indicateurs quantitatifs et qualitatifs qui permettront de redéfinir ou d'actualiser les objectifs et les approches pouvant apporter des changements dans nos pays. Les indicateurs, en tant que mesure de l'effort et des actions menées à différents niveaux et par différents intervenants peuvent valoriser ce qui a été réalisé jusqu'à présent en faveur des femmes rurales. Ils peuvent aussi faire ressortir les facteurs de blocage pour l'amélioration substantielle dans ce domaine et dans la vie de millions de femmes.

La communication présentera quelques résultats de l'étude menée en 2008 dans le cadre du projet CAWTAR/FAO relatifs au terrain marocain. Elle apportera un état de l'art en matière de l'analyse du genre en relation avec l'eau et l'agriculture au Maghreb et dans le monde, mettra en exergue la contribution de la femme rurale aux activités de l'agriculture irriguée et débouchera sur quelques indicateurs sensibles au genre qui ont été proposés pour améliorer la base de données Aquastat.

## LA FORMATION DES ASSOCIATIONS D'USAGERS DES EAUX AGRICOLES : UNE ACTION STRATÉGIQUE POUR LA RÉUSSITE DE LA GESTION PARTICIPATIVE DE L'IRRIGATION AU MAROC

S. Laith<sup>2</sup>

L'économie et l'utilisation rationnelle de l'eau de l'irrigation requièrent la participation effective des usagers. Aussi, les Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) sont-elles considérées comme le cadre privilégié de dialogue et de participation effective des agriculteurs à la gestion et à la durabilité des ouvrages et des équipements hydro-agricoles.

Un programme de formation a été mis au point par les services de du MAPM. La préparation de ce programme, qui a été achevée en 2001, est passée par les plusieurs étapes : évaluation des besoins en formation, conception et adaptation d'un programme structuré et fonctionnel de formation. Ce programme est actuellement considéré comme une mesure d'accompagnement aux projets d'aménagement hydro-agricoles. Les bénéficiaires seront initiés à l'approche pédagogique et au système de formation des adultes en matière de production agricole en système irrigué.

Les membres des bureaux des AUEA bénéficiant de la formation ont l'obligation de la démultiplier auprès des usagers des périmètres. De même, ils ont la responsabilité d'élaborer avec les autres membres de l'AUEA le plan d'action à moyen terme dont l'objet est de consolider le fonctionnement de l'AUEA et la mise en valeur du périmètre irrigué.

Les effets du programme de formation sont indéniables sur la consolidation et l'amélioration du fonctionnement de l'AUEA. Avec cette formation, le partenariat avec l'Administration s'est nettement amélioré. Les AUEA justifient mieux l'appui qu'elles sollicitent pour les actions qui dépassent leur capacité. L'Administration, de son côté, apprécie mieux le contexte dans lequel elle doit mobiliser ses ressources humaines, physiques et budgétaires pour répondre aux besoins exprimés par les AUEA.

1. Enseignant-chercheur, Agro-socio-économiste, École Nationale d'Agriculture de Meknès. Mail : melamrani@yahoo.com

2. Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole - MADP, Rabat

## SOCIOECONOMIC ANALYSIS OF WATER USE IN THE JÚCAR RIVER BASIN.

JF. Ortega , JA. de Juan , R. Ballesteros , D. Media , A. Martínez , JM. Tarjuelo

The present work tries to show, from a scientific and technical point of view, the main economic and social issues related to the uses of the water in the Júcar river basin, which is one of most important river of Spain. Thus, the main purpose is knowing the present situation of the water use in this basin and trying to evaluate its evolution under different scenarios of analysis.

The study includes: a) A socioeconomic characterization of the basin (evolution of the population, importance of the productive sectors, the basic characteristics of the farms, etc.), b) a characterization of the availability of water resources and its demands in the different uses (agricultural, urban, industrial, recreational, etc.), and c) to establish indicators of water productivity ( $\text{€}/\text{m}^3$ ) according to the uses and study areas, considering the structure of costs and income and the calculation of gross margins, the prices paid by the water, etc

The results indicate that in the period the 2000-2007 the population of the Júcar river basin experienced an annual average growth of 1.35%, reaching 985,202 inhabitants in 2007. The average domestic consumption of the river basin of the Júcar in 2001 is calculated in 293 L/inhabitants.day. This supposes a domestic demand of 94.1  $\text{hm}^3/\text{year}$ , and 26.0  $\text{hm}^3/\text{year}$  of industrial demands.

For forecasting the future demands in this basin, three temporal scenarios (2009, 2015 and 2021) have been considered, together with two scenarios of possible evolution of the population. Scenario 1 shows an annual average growth of population of 2.8%, which means a water requirement of 133.5  $\text{hm}^3/\text{year}$  in 2021. Scenario 2 shows an annual average growth of population of 1.6%, which supposes to reach a demand of 112.1  $\text{hm}^3/\text{year}$  in 2021.

With the modernization of the irrigated land of the Júcar river basin in Valencia, a reduction of 278  $\text{hm}^3$  would be gained (from 785  $\text{hm}^3$  to 507  $\text{hm}^3$ ), which supposes a 35% of water saving. The agriculture of irrigated land in Valencia presents two serious structural problems: on one hand, the low efficiency of the irrigation systems (that imply a not justified demand of water resources), and on the other hand, the low degree of mechanization and small farm size, which increase the labor necessities.

In Castilla-La Mancha, the high efficiency of its irrigation systems, the investments made for farms modernization and mechanization, as well as the greater farm size, make the irrigated land to offer good future expectative, although it needs to improve its commercialization channels, mainly in horticultural crops.

## UTILISATION COLLECTIVE AGRICOLE DE L'EAU EN ITALIE INNOVATIONS ET SYSTEMES D'ECONOMIE D'EAU

P. Grossi<sup>2</sup>

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Influence des changements climatiques sur les cultures, la gestion de l'eau et la sécurité alimentaire</li> <li>2. L'approche participative et innovateur est indispensable pour prévenir et résoudre les conflits et pour économiser les ressources en eau</li> <li>3. Importance de l'eau pour l'agriculture en Italie</li> <li>4. « Consorzi di bonifica e di irrigazione » (Consortia): gestion participative et principe de subsidiarité</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Activités des Consortia</li> <li>6. Avantages pour les membres</li> <li>7. Contributions versées par les membres</li> <li>8. Coopération institutionnelle</li> <li>9. Système innovant pour la gestion de l'irrigation via INTERNET</li> </ol> |
|--|--|

1. Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), Universidad de Castilla-La Mancha, Carretera de Las Peñas, km 3.2, 02071 Albacete (Spain)

Telephone number and fax: +34 967 599 304 / +34 967 599 269 - Corresponding authors: jose.ortega@uclm.es

2. Avvocato – Capo Ufficio legislativo Confederazione Nazionale COLDIRETTI

Membro del Consiglio di amministrazione dell'Associazione nazionale consorzi di bonifica e irrigazione (ANBI)

## UN EXEMPLE D'ÉCONOMIE D'EAU EN SYSTÈME IRRIGUÉ : LE PROJET IOJOV POUR L'APPROPRIATION PAR LES BÉNÉFICIAIRES DE SYSTÈMES D'IRRIGATION ÉCONOMES EN EAU

P. Céline

La Société du Canal de Provence, depuis Décembre 2007, est responsable d'un projet qui vise à reprendre à plus grande échelle, sous financement AFD, une expérience originale de coopération dans le domaine de l'eau agricole que poursuivait les services de coopération technique de l'ambassade de France à Amman au travers de la Mission Régionale Eau et Agriculture (MREA).

Même si la part de l'agriculture a fortement diminué dans l'économie jordanienne, celle-ci reste un secteur essentiel pour le pays (30% du PIB). Cependant, l'agriculture irriguée consomme 2/3 des ressources en eau, engendrant de fortes tensions sur la répartition de la ressource (particulièrement rare). Cette rareté est particulièrement ressentie dans la vallée du Jourdain, où l'irrigation est concurrencée par les prélèvements pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Amman. Une irrigation plus efficiente est donc un élément déterminant de la survie et du développement des activités agricoles, secteur stratégique tant pas la place qu'il occupe dans l'économie nationale que par la stabilité politique qu'il permet de maintenir.

L'objet du projet est donc classique et vital pour l'un des pays les moins bien dotés en eau au monde : irriguer mieux avec moins d'eau est un objectif permanent aussi bien pour l'Office responsable (la JVA : «Jordan Valley Authority») que pour les agriculteurs.

La conversion à l'irrigation localisée à la parcelle, entreprise depuis plusieurs années, n'est possible que si les conditions de distribution sont adaptées (pression délivrée aux bornes). Le projet a pour but d'adapter ces conditions tout en assistant les agriculteurs à utiliser, au sein de leurs exploitations (agrumes et légumes de plein

champs), des techniques d'irrigation modernes et économes en eau.

La modernisation des techniques d'irrigation à travers le projet se fait par la mise à disposition d'ingénieurs qualifiés, par un système de subventions en équipements qui permet à de nombreux agriculteurs de changer leurs pratiques à moindre frais, et par la formation et le suivi des exploitants basés sur 4 principes fondamentaux :

Une solution spécifique pour chaque situation

Les solutions passe-partout n'existent pas et il faut généralement adapter l'innovation à chaque situation particulière.

Les bons arguments pour convaincre

Dans une partie de la vallée du Jourdain où l'allocation en eau est quasiment gratuite pour de riches agriculteurs exportateurs de fruits et légumes, il est par exemple plus astucieux de promouvoir de meilleures techniques et pratiques d'irrigation en clamant leurs impacts sur la consommation en engrais (chers).

Une démonstration vaut mieux qu'un long discours

Le projet favorise la mise en place de parcelles de démonstration dans des fermes appartenant à des agriculteurs motivés par le changement, et susceptibles d'entraîner les autres. Ces fermes font l'objet de nombreuses visites organisées à l'intention des autres agriculteurs: les participants peuvent tester de nouveaux filtres, réaliser des tests d'uniformité, se familiariser avec de nouveaux outils...Le formateur agit en tant que facilitateur et l'échange d'expériences entre agriculteurs est privilégié.

1. Société du Canal de Provence, chef de projet Le Tholonet, CS 70064, 13182 Aix-en-Provence, France  
PO Box 911820, 11191 Amman, Jordan

## PROJET DE SAUVEGARDE DE LA ZONE AGRUMICOLE D'EL GUERDANE DE L'APPROCHE CLASSIQUE A LA MISE EN CEUVRE DU PARTENARIAT PUBLIC-PRIVE

M.Ouhssain

Le secteur agrumicole du Souss dont fait partie la zone d'El Guerdane, est reconnu comme étant un secteur techniquement moderne, professionnellement organisé, très productif (60% de la production nationale) et tourné vers l'exportation (50% des exportations nationales).

L'irrigation de ce secteur est basée essentiellement sur le pompage à partir de la nappe. L'utilisation excessive de cette ressource, devant la rareté des apports, a conduit à une baisse continue du niveau de la nappe (1,5 à 2 m par an). A ce rythme de baisse, l'avenir de 10.000 ha d'agrumes se trouve menacé à moyen et à long terme. C'est ainsi que l'idée de sauvegarde a été initiée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime suite à la demande des agrumiculteurs qui ont manifesté la volonté de participer au financement et à la gestion du projet.

Malgré les efforts déployés par tous les partenaires de ce projet, sa réalisation en partenariat avec les agriculteurs s'est heurtée à l'incapacité d'une majorité des agriculteurs à mobiliser leur part de préfinancement du cout des aménagements.

L'échec de cette première tentative de partenariat avec les usagers a obligé les parties en partenariat à rechercher une nouvelle voie de financement et de réalisation du projet. C'est alors qu'on s'est orienté vers

la formule de BTO (Build- Transfer- Operate) qui consiste en la délégation à un opérateur privé l'aménagement et la gestion du projet pour une longue durée.

**La présente communication a pour objectif de présenter les différentes étapes de la mise en œuvre du projet de sauvegarde du verger agrumicole de la région d'El Guerdane en comparant les différents montages tentés depuis le début des années 1980 en l'occurrence, le montage selon les principes du CIA, le partenariat avec les usagers et actuellement le partenariat avec un opérateur privé. Une comparaison entre ces différents montages est dressée pour en démontrer les avantages et les inconvénients.**

L'analyse de ces trois types de montages institutionnels et financiers montre que le PPP est le montage le mieux indiqué étant que ce type de montage présente des intérêts pour tous les partenaires à savoir l'Etat, les Usagers et le partenaire privé. En plus, l'introduction de ce genre de gestion dans le domaine de l'irrigation permettra à notre pays de se doter de promoteur dans ce domaine en vue d'une généralisation du PPP pour la gestion des périmètres irrigués existants.

## SUSTAINABLE PLANNING OF NEW IRRIGATED GRAPEVINE PLANTATIONS WITHIN SPECIAL PROTECTION AREAS FOR STEPPE LAND BIRDS

F. Montero<sup>2</sup>, A. Brasa<sup>2</sup>, F. Montero-García<sup>2</sup>

This study deals with the analysis of feasibility to new proposals to transform old traditionally farmed vineyards in Castilla-La Mancha, Spain, by using Geographical Information Systems. The study focuses on the compatibility of actual agricultural labours with conservation driving factors on Special Protection Areas for Steppe Land Birds, basing on sustainable development criteria. A preliminary analysis of land use was carried out in order to determine the feasibility of making changes in the current patterns with no impact

on the habitat of the Great Bustard (*Otis tarda*). The spatial distribution of areas with vineyards was analyzed in order to foresee future changes into irrigation. This paper presents a model to quantify the resulting habitat fragmentation basing on infrastructure facilities, leading to mapping areas where to apply restriction measures to prevent the physical destruction of the great bustard habitat.

**Keywords:** Land use planning, GIS, Grapevine, Great Bustard, sustainable development

1. Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Maroc

2. E.T.S.I.A., Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario, 02006-Albacete, Spain, antonio.brasa@uclm.es

## IMPACT DES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES DANS LE BASSIN VERSANT DE TOUGOU

A. Koussoubé<sup>1</sup>, DA D.E.C.<sup>2</sup>, H. Yacouba<sup>1</sup>, H. Karambiri<sup>1</sup>

Plusieurs mesures effectuées depuis les années 1970 sur les pluies, les températures et plusieurs autres paramètres climatiques permettent d'apprécier des changements climatiques survenus au Burkina Faso en général et dans sa partie sahélienne en particulier. Ces changements traduits essentiellement par une baisse notable de la pluviométrie et une augmentation des températures et de l'évapotranspiration ont eu plusieurs conséquences tant sur le milieu physique que sur les habitudes des différentes populations. Cette baisse pluviométrique est à l'origine de la disparition progressive de la végétation accélérée par une forte pression démographique (KANZIEMO, 1999; SOULE, 1999). Les changements climatiques sont donc à l'origine d'une part de la dégradation et la diminution des aires de cultures et d'autre part des disettes fréquentes à cause de l'improductivité agricole des terres (ANDFE, 2006). Les effets conjugués des faibles pluies et des températures plus élevées provoquent une évaporation plus forte, dégradent les sols, contribuent à la propagation d'espèces nuisibles, réduisent les rendements agricoles et détruisent la biodiversité. Ces nombreuses conséquences conduisent les hommes à développer des stratégies de ripostes et d'adaptation aux nouvelles conditions climatiques. Ces stratégies sont, pour l'essentiel, l'utilisation de semences améliorées mais surtout la mise en place des techniques permettant de conserver au mieux les eaux et réduire les pertes de terres dues à l'érosion (SAWADOGO J. M. 2006). Ces initiatives, représentées par les techniques de

conservation des eaux et des sols (CES) et des systèmes de cultures associées, constituent les nouvelles orientations du monde agricole dans son élan d'accroître les productions et maintenir les écosystèmes surtout sahéliens déjà fragiles.

Sur la base des différentes techniques de conservation des eaux et des sols répertoriées dans le bassin versant de Tougou, l'objectif principal de cette étude est de comparer la croissance et le rendement des principales cultures en rapport avec les parcelles aménagées et celles non aménagées.

De cet objectif principal découlent des spécifiques qui consistent d'une part à faire le point sur les différentes techniques de cultures utilisées dans le bassin versant de Tougou ainsi que leurs impacts sur la durée et la fréquence du travail du sol et apprécier les effets des techniques sur l'humidité et la fertilité des horizons superficiels du sol d'autre part.

L'approche méthodologique adoptée est basée sur une revue de littérature, des observations et des mesures sur le terrain. Une multitude de topo séquences dans le bassin versant de Tougou couplée à des entretiens avec les paysans ont permis de répertorier les différentes CES sur lesquelles des carrés de rendement ont été installés. Tout au long de la campagne agricole 2005-2006, la croissance du sorgho et du mil à des intervalles de temps décennaires a été mesurée et les récoltes ainsi que les résidus de culture recueillis et pesés pour évaluer les rendements à l'hectare.

## ENVIRONNEMENT ET DYNAMIQUE DE BIODIVERSITÉ

N. Sellami

Le climat marocain se caractérise par des variations thermiques parfois brutales et des précipitations quasi irrégulières et violentes concentrées sur de courtes durées, néanmoins, il possède des potentiels importants en ce qui concerne les eaux superficielles, ce qui a incité l'état à déployer des efforts incontestables et ça depuis l'indépendance afin d'épargner les

effets destructifs des changements climatiques au niveau des zones arides et d'assurer un approvisionnement régulier en eau potable et en énergie électrique à côté d'un grand pouvoir d'irrigation pour la population marocaine.

En effet la mise en place de ces diverses infrastructures a permis la mobilisation d'à peu près 50% du potentiel existant.

Ainsi l'édification de plusieurs barrages et de retenues artificielles notamment le barrage Wirgane au niveau de la

vallée de N'fis dans la région de Marrakech et qui a récemment été mis en fonctionnement est l'une des stratégies qu'a prise l'état comme mesure d'adaptation et solution proactive.

Il est connu que les écosystèmes aquatiques sont le siège de plusieurs phénomènes chimiques, physiques et biologiques et paraissent comme une source fragile menacée par les atteintes extérieures.

Ce présent travail a comme but effectuer une première étude concernant le lac de Wirgane en amont du lac de barrage Lalla Takerkoust, mais aussi caractériser les paramètres physicochimiques et la structure des peuplements zooplanctoniques afin d'essayer d'expliquer le fonctionnement de cet écosystème lacustre par le biais des variations de ces facteurs

1. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement 2IE (ex Groupe EIER-ETSHER), 01 BP 594 Ouagadougou 01, Burkina Faso

2. Université de Ouagadougou, 03 B.P. 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso - Correspondant auteur : hamma.yacouba@2ie-edu.org

## GESTION DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT PAR L'AMÉNAGEMENT ET LA VALORISATION DES ZONES HUMIDES

M. Ghrabli<sup>1</sup>, M. E. Slimani<sup>1</sup>, J. Tarhouni<sup>1</sup> & M. Tounsi<sup>2</sup>

Les zones humides sont des milieux d'une importance majeure du fait qu'elles constituent un capital écologique susceptible de se maintenir et garantir un écosystème équilibré et diversifié. Malgré les intérêts économique, social et biologique qu'elles présentent, ces zones sont mal appréciées par l'Homme qui, depuis toujours, contribue à travers ses activités mal contrôlées à leur détérioration. Une gestion adéquate et durable de ces zones, qui prend en considération tous les aspects relatifs à leurs écosystèmes, est indispensable dans le but de les conserver, de profiter des valeurs qu'elles offrent et d'améliorer leur état.

La Sebkhia de Moknine est l'une des dépressions littorales les plus importantes de la Tunisie centrale. Occupant le cœur du Sahel, elle est bordée par des paysages agricoles liés aux agglomérations très dynamiques de Moknine au Nord, Kssar Hellal au Nord-ouest, Téboulba au Nord-est, Békalta à l'Est et Mahdia au Sud.

D'une superficie de 54 Km<sup>2</sup>, la Sebkhia de Moknine se situe à un niveau inférieur à celui de la mer pouvant atteindre une cote de - 10 mètres NGT (Nivellement Général de la Tunisie). Une barrière littorale de 4 Km la sépare de la mer. Cette dépression est endoréique, elle ne communique qu'avec deux autres Sebkhias: Gottaya et Eliana vers le Sud par l'intermédiaire d'Oued Chiba.

Cependant, l'action anthropique (urbanisation et industrie) telle qu'elle se développe actuellement représente une menace ardue pour l'équilibre écologique de cette zone.

Cette communication porte sur l'aménagement et la protection de cette zone ainsi que celles avoisinantes dans l'objectif de pallier à cette situation contraignante et d'améliorer le cadre de vie dans ces milieux.

Le travail effectué repose sur un diagnostic exhaustif de la situation actuelle de la Sebkhia.

Des études de la géotechnique et de la qualité des eaux étaient nécessaires pour approfondir les connaissances sur la particularité du milieu suivi par le calcul du bilan hydrique de la Sebkhia pour des fréquences décennale, cinquentennale et centennale ainsi que pour des événements pluvieux exceptionnels (mensuels et journaliers) et des épisodes pluvieux exceptionnels.

Toutes les analyses et les résultats obtenus sont couronnés par des scénarios d'aménagements et de valorisation environnementale qui sont diversifiés mais tout en restant cohérents avec les conditions environnantes.

Pour parfaire la situation de la zone d'étude, il s'est avéré indispensable de compléter la solution proposée par une étude d'aménagement des deux oueds : Ayed et El Ghsil qui présentent une source de menace et de nuisance dans la région.

**Mots clés:** Sebkhia - bilan hydrique - étude géotechnique-qualité des eaux - scénarios d'aménagement- aménagement des oueds.

## STUDY ON THE BUDDING RATE AND THE PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS OF LOW ENERGY C+ ION IMPLANTATION ON PEANUT

Lei Xu<sup>3</sup> Peiling Yang<sup>3</sup> Shumei Ren<sup>3</sup> Yunkai Li<sup>3</sup> Yinggang Li<sup>4</sup>

Taken the Nonghua 5 peanut as the experimental material, the effects of low energy C+ ion implantation on budding rate, photosynthetic characteristics and leaf water use efficiency WUE were studied in the experiment. Four doses in the experiment were observed. The results showed that the ion took little affects on the budding rate, but tended to depress it. The GS of the peanut seedling was enhanced by the ion. The ion did little affects on the curve of photosynthetic rate Pn or the transpiration rate Tr. But it

enhanced the average Pn in one day. The light saturation point LSP was restrained. With the doses increased, the leaf WUE increased gradually but not always. At a certain level the WUE turned down. One way ANOVA showed the difference can reach to significant level.

**Keywords:** low energy C+ ion, peanut, budding rate, photosynthetic characteristics

1. Institut National Agronomique de la Tunisie

2. Société SIRUS Tunisie

3. College of Water Conservancy & Civil Engineering China Agricultural University Beijing 100083 China

4. Bayannur Institute of Hydraulic Researches Bayannur 055000 China

Correspondence, Prof. Peiling Yang, College of Water Conservancy & Civil Engineering China Agricultural University Beijing 100083 China - Tel.:861062737866 : Email: yangpeiling@126.com

**AIDE À LA NÉGOCIATION POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA GESTION INTÉGRÉE DU TERRITOIRE: CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'AIDE À LA GESTION DES CONFLITS ETUDE DU CAS DE LA RÉGION DU TENSIFT.**

**J. Haidar<sup>1</sup>, E. Abdelwahed<sup>1</sup>, A. Ibourk<sup>2</sup>**

La gestion des ressources naturelles et l'aménagement du territoire constituent un grand défi pour les différents pays. En effet, ils représentent des facteurs clé pour un développement durable. Parmi les ressources naturelles les plus importantes dans la conduite de l'aménagement du territoire on trouve l'eau et le foncier. Dans ce contexte l'entité spatiale qui s'adapte le mieux comme cadre de gestion est le bassin versant du fait qu'il tient compte de l'ensemble des usages, qu'ils soient agricoles, industriels, urbains, forestier etc.

Les phénomènes, tant sociaux et économiques qu'environnementaux, de même que la présence de groupes d'acteurs ayant des intérêts conflictuels ou divergents, mettent en évidence la complexité de la conduite de projets d'aménagement du territoire à l'échelle du bassin versant.

Au niveau du bassin versant du Tensift, le conflit sur la gestion de l'eau est en tête de liste vue l'impact des changements climatiques. Durant la saison sèche, les agriculteurs des périmètres irrigués font face, depuis plusieurs années, à un manque d'eau pour l'irrigation de leurs cultures. On assiste aussi à un accroissement important des surfaces irriguées et des surfaces urbanisées, et par conséquent de la demande en eau.

Cependant, la gestion et l'aménagement du territoire assistent à d'autres conflits nous citerons en particulier :

- Conflit entre services attachés à des enjeux économiques différents (agriculture, habitat, tourisme, industrie, ....) et à des enjeux politiques différents.
- Conflits en termes de volume prélevé.
- Conflits en termes de transfert de ressource

(transfert d'eau via le canal de rocade), de polluants, de risques d'érosion et d'inondation (désastre d'OURIKA).

Face à de tels systèmes, complexes, évolutifs et itératifs, objets d'enjeux multiples, de conflits et de compétition entre usagers, se pose la question de la pertinence des outils qui permettent de faciliter les processus de planification et de prise de décision. Il s'agit donc de proposer des outils et instrument de gestion qui accompagnent les acteurs tout au long du processus de décision vers des situations équilibrées et stables. L'accompagnement consistera en l'explication des différents points de vue, des critères subjectifs de chacun et l'élaboration de représentations partagées par les acteurs du système. Il permettra à travers un processus de médiation de prendre en charge au mieux les incertitudes qui caractérisent de telles situations.

Nous présenterons dans le cadre de cet article notre réflexion qui s'inscrit dans une perspective ingénieuriste couplant l'Aide à la Décision et Recherche Opérationnelle (AD-RO)/Informatique et la modélisation des systèmes interactifs d'aide à la décision ou encore les méthodologies de négociation (notamment les systèmes multi-agents) et de l'information dans un esprit pluridisciplinaire intégrant toutes les parties prenantes (stakeholders).

L'approche envisagée vise à développer un modèle de gestion coordonnée des ressources en eau permettant de:

- faciliter les processus collectifs de décision,
- aider à la prise de décision collective
- éclairer les points de vue multiples.

1. Direction Provinciale de l'Agriculture d'El Kelaa,

## ETUDE DE LA PLUIE DE PROJET DANS LE BASSIN URBAIN DU GRAND TUNIS

M. Bergaoui<sup>1</sup> & A. Saidi

L'hydrologie urbaine constitue une discipline scientifique destinée à adapter ses méthodes et outils aux particularités des bassins urbains. Elle tient compte surtout des fortes imperméabilisations des sols et des grandes vulnérabilités des espaces urbains face aux risques d'inondation. Dans ce contexte, la réalisation des réseaux d'assainissement pluviaux et des ouvrages de rétention des eaux de ruissellement à pour objectif primordial de protéger les agglomérations contre les inondations. Ainsi, leur conception implique la prise en compte du risque de dépassement de la capacité de ces ouvrages, dont le dimensionnement se trouve directement lié à la pluviométrie qui comporte un caractère fortement aléatoire.

Ce travail est une contribution à l'étude des pluies génératrices des débits exceptionnels, dites pluie de

projet. Il se propose entre autre, d'étudier le fonctionnement du réseau d'évacuation du bassin versant ETTADHAMEN (lui-même un sous bassin versant du grand Tunis) lors des événements pluvieux exceptionnels de septembre 2003 et octobre 2007, et de définir en se basant sur ses événements qualifiés d'historiques, une pluie de projet spécifique à la zone d'étude et pouvant servir pour d'éventuelles études de réhabilitation et/ou des aménagements d'infrastructures. Le modèle hydrologique pluie débit "SWMM" a été utilisé pour le diagnostic du réseau d'évacuation existant et la validation de la pluie de projet retenue dans le cas du bassin d'étude.

**Mots clés:** hydrologie urbaine, modélisation, pluie de projet.

## ESSAI DE MODELISATION DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE TOUGOU A L'AIDE DU MODELE KINEROS2

H. Yacouba<sup>2</sup>, H. Karambiri<sup>2</sup>, L. Mounirou<sup>2</sup>, M. Somda<sup>2</sup> & L. Wenceslas<sup>2</sup>**Introduction et Problématique**

L'Afrique de l'Ouest est soumise depuis une quarantaine d'années à une sécheresse qui se traduit par une diminution des précipitations annuelles et qui impacte l'environnement. Dans la zone sahélienne, on observe une forte variabilité et irrégularité interannuelle de la pluviométrie avec des intensités élevées. Ainsi l'adaptation des populations du Sahel à l'évolution du climat et l'augmentation constante de leurs besoins ont entraîné une surexploitation des terres avec des pratiques culturales probablement peu adaptées au contexte (défrichage des zones de végétation naturelle, brûlis, surpâturage, culture en continu sans suffisamment d'ajout d'amendements organiques, raccourcissement des périodes de jachères, etc.). Ce phénomène climatique et l'action humaine ont souvent accéléré la dégradation des sols (encroûtement des sols), conduisant parfois à des situations paradoxales d'augmentation des écoulements en dépit d'un déficit de la pluviométrie: on observe sur de nombreux hydrosystèmes du Sahel une augmentation du coefficient d'écoulement annuel. Ces hydrosystèmes qui offrent des conditions de ruissellement plus élevé se caractérisent par une diminution du couvert végétal, une extension des surfaces cultivées et des surfaces dégradées (Mahé et al., 2005). C'est le cas du bassin de Tougou situé dans la partie sahélienne du bassin de

Nakambé. Le fonctionnement hydrologique de ces hydrosystèmes semble avoir évolué et il apparaît donc nécessaire en vue d'une meilleure gestion des ressources en eau par une connaissance plus précise des quantités disponibles de mieux comprendre le fonctionnement actuel de ces bassins versants : d'où la modélisation du bassin sahélien de Tougou.

**Présentation de la zone d'étude et du matériel**

Le bassin de Tougou est situé au nord du Burkina Faso dans la province du Yatenga à 23 km environ de Ouahigouya sur la route Ouahigouya-Titao. Sa superficie d'environ 40 km<sup>2</sup> englobe trois unités géomorphologiques majeures (végétation naturelle 6%, zone de culture 72 %, zone fortement dégradée ou sol nu 22 %). Ainsi deux sous-bassins représentant chacune une unité paysagère ont été identifiés et étudiés (le 1er en zone de culture, le 2ème en zone fortement dégradée). Le bassin ainsi que les sous-bassins ont été équipés en matériels de mesures des données hydroclimatiques (Pluie, ETP, débit), d'humidité de sol et d'érosion. Des levés topographiques ont été réalisés sur les sous-bassins et ont permis de fournir les valeurs des pentes variables entrantes du modèle. Un échantillon de dix (10) événements pluvieux repartis sur trois années de mesures (2004, 2005 et 2006) a été retenu, pour la mise en œuvre du modèle.

1. IRESA, 30 Rue Alain Savary 1002 Tunis - Bergaoui.med@iresa.agrinet.tn

2. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement - 01 B.P. 594 Ouagadougou 01 - Burkina Faso

Correspondant auteur : hamma.yacouba@2ie-edu.org

## ANALYSE DES PÉRIODES SÈCHES POUR LA GESTION D'UN BARRAGE AU NORD DE LA TUNISIE

M. Mathlouthi<sup>1</sup> & F. Lebdi<sup>2</sup>

Cette contribution porte sur l'emploi de l'analyse des périodes sèches pour la gestion des barrages réservoirs sur une base différente de celle des observations faites à intervalle de temps régulier. Le cas d'étude est le barrage Ghézala localisé au Nord de la Tunisie à climat méditerranéen. Les événements secs sont constitués d'une série de jours secs encadrés par des événements pluvieux. Un événement pluvieux est une série ininterrompue de jours pluvieux comprenant au moins un jour ayant reçu une précipitation supérieure ou égale à un seuil de 4 mm.

événements pluvieux sont définis par leurs durées et hauteurs qui ont été trouvées corrélées. Une analyse de la hauteur de pluie par événement conditionnée par la durée de l'événement a été effectuée. La loi binomiale négative apparaît la meilleure loi pour l'ajustement de la

hauteur de pluie par événement de durée un jour. La durée de l'événement de pluie suit la loi géométrique alors que celle de l'événement sec suit la loi binomiale négative. La loi Gamma s'ajuste à la longueur de l'année hydrologique. Une procédure de simulation de lois de probabilité a été exécutée pour générer des séquences synthétiques d'événements pluvieux et secs avec les longueurs correspondantes de l'année hydrologique. Ces séquences permettent de définir et de calibrer des modèles de simulation pour la planification réaliste des réservoirs, l'estimation de la demande en eau d'irrigation et l'étude des effets d'un changement climatologique.

Mots clés: événement pluvieux, gestion de barrages, période sèche.

1 Dr; Laboratoire de Recherche en Sciences et Techniques de l'Eau, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 43 av. Charles Nicolle 1082 Tunis, Tunisie. Majid\_Mathlouthi@yahoo.fr • Tel: +216 72 431 438 / +216 72 431 454 ; Fax: +216 72 431 174

2. Prof.; Institut National Agronomique de Tunisie, 43 av. Charles Nicolle 1082 Tunis, Tunisie. Lebdi.fethi@iresa.agrinet.tn  
Tel: +216 71 840 270 ; Fax: +216 71 799 391

Thème 1 : Gestion de la rareté de l'eau

RÉGLEMENTATION ET LÉGISLATION EN MATIÈRE DE GESTION DES INONDATIONS AU MAROC. QUELS APPORTS DE LA LOI 10 95 ?

G. Zahour<sup>1</sup> & H. Ouafik<sup>2</sup>

Une inondation correspond à un risque naturel qui peut causer des pertes en vies humaines, des dégâts matériels et la dégradation de l'environnement. Dans la triste liste noire des victimes, et à l'échelle du bassin méditerranéen, les risques sismiques viennent en première classe derrière les inondations, mais sur le plan de fréquences d'occurrences, ce sont les inondations qui se classent en premier rang.

Au Maroc, les catastrophes les plus fréquentes et les plus meurtrières pour ce pays sont la récurrence terrible des inondations. Parmi les inondations les plus dramatiques qu'a connus le Maroc, on peut citer :

- L'inondation de l'Oued Ourika de 1995. Bilan : 240 morts et beaucoup de dégâts matériels ;
- Les crues de l'Oued Maleh en 2002 ayant provoqué des inondations de la ville de Mohammedia. Bilan : Beaucoup de dégâts matériels;
- Les inondations du nord du Maroc en octobre 2008 (Tanger, Tétouan, Fnidek, et d'autres villes encore). Bilan : 28 morts, effondrement de 200 maisons anciennes et deux ponts dans la province de Nador, et d'énormes dégâts matériels provoqués par l'invasion des eaux qui ont submergé plusieurs habitats, établissements publiques et locaux commerciaux, ainsi que les deux zones industrielles à Tanger ;
- Les crues de l'Oued Baht de la fin de Janvier-début Février 2009, et qui ont provoqué des inondations

au niveau de la plaine du Gharb touchant les provinces de Sidi Slimane, de Sidi Kacem et de Sidi Yahia. Bilan: Presque 3000hec des terrains de la région du Gharb ont été inondés, 2700 maisons détruites, des milliers de personnes sans abris dans les provinces de Sidi Slimane et de Sidi Kacem, et des dizaines de morts.

Certes, il n'est pas possible de contenir, à court terme, les causes des changements climatiques, mais l'élaboration d'une stratégie d'adaptation reste possible pour réduire la vulnérabilité de tout aléa hydrométéorologique et renforcer la capacité de résilience. La stratégie de prévention contre les risques d'inondation au Maroc, nécessitera, suite aux expériences terribles vécues, la prise des mesures avant, au moment et après la catastrophe. Parmi ces actions, figure le renforcement du cadre législatif à travers l'application des textes réglementaires en vigueur sur la prévention des risques d'inondation et qui figurent déjà dans la loi 10 95 sur l'eau. Les articles 12 et 20 de cette loi stipulent, entre autres, l'interdiction de bâtir en aval, à proximité et le long des cours d'eau pour éviter les crues, ainsi que la réalisation d'infrastructures nécessaires à la prévention et la lutte contre les inondations par les agences des bassins hydrauliques qui sont des établissements publics dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

**Mots clés :** Inondation, Maroc, loi 10 95.

1. Laboratoire de Géochimie, Géologie Appliquée et Environnement, Fac. Sciences Ben M'Sik,, Boulevard Idriss Elharti, BP : 7955 Sidi Othmane, Casablanca, Email : gh\_zahour@yahoo.fr  
2. Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches: Apprentissage, Didactique, Évaluation & Technologies de l'Information pour l'Éducation (LIRADE-TIE), Fac. Sciences Ben M'Sik, Casablanca, E-mail : hananeouafik@gmail.com

## L'ADAPTATION AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE : CAS DE LA GESTION DE L'EAU

Dr. A. Abbad

Le changement « global » du climat a survalorisé la dimension temporelle vers le futur (25, 50 et 100 ans) et à marginaliser la référence spatiale autre que planétaire. Les territoires ; les différences sociales; économiques, politiques; culturelles; même écologiques des sociétés contemporaines ont été mis entre parenthèses. Comme pour laisser croire que les humains sont tous égaux face au nouveau risque

L'adaptation au réchauffement climatique s'impose aujourd'hui. L'aborder est un défi et cela sous différents thèmes sous-jacents : Incertitude - Vulnérabilité - Résilience - Précaution. Et de divers champs d'analyse : décision politique, planification territoriale, économique, écologique...

Il est bien évident qu'imaginer des stratégies d'adaptation renvoie à l'idée d'approche globale des problématiques de développement, à la croisée de considérations anthropiques et environnementales. L'adaptation comme toile de fond aux logiques de développement : stratégies de préservation de l'environnement ; choix socio-économiques; décisions politiques, développement du territoire.

Au Maroc, la gestion étatique de l'eau a évolué vers la décentralisation et enfin vers la contractualisation (comme outils de territorialisation). Alors que la gestion sociale a une approche fondamentalement locale

La communication essaye de répondre à quelques interrogations (réflexions). Quels facteurs influencent et activent, ou au contraire limitent et bloquent la capacité d'adaptation des acteurs ? D'une société ? D'un territoire ici le cas de la gestion de l'eau.

Quels types d'adaptation de la gestion de l'eau les acteurs peuvent adopter à une échelle territoriale ? Qui sont les acteurs de l'adaptation et qui ne le sont pas (inadaptation) ?

C'est une approche territorialisée du réchauffement climatique, sous l'angle de l'adaptation de la gestion de l'eau. En effet, l'échelle territoriale est pertinente, elle favorise le décloisonnement des logiques institutionnelles, la sensibilité des citoyens, l'obtention de consensus, la gestion des conflits ainsi que l'intégration des plus pauvres.

L'adaptation au réchauffement climatique peut-être une réponse à la vulnérabilité sociale et spatiale des ressources en eaux et un prétexte pour que du territoire de l'eau se construit ou (ré) émerge. Des territoires de l'eau.

**Mots clés :** réchauffement climatique – La gestion de l'eau - acteurs et territoires - l'adaptation : A quoi ? Comment ? Qui s'adapte ?

## IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA REGIONALISATION PLUVIOMETRIQUE (CAS DU BASSIN VERSANT DE LA MACTA – OUEST ALGERIE)

A. Elouissi<sup>2</sup>, M. Mehor<sup>2</sup>, A. Khaldi<sup>2</sup>, M. Habi<sup>3</sup>, A. Si Hamedi<sup>2</sup>

Les changements climatiques deviennent de plus en plus un problème environnemental grave. Beaucoup d'études ont abordées ce sujet en essayant d'étudier les impacts que peuvent avoir les changements climatiques sur les paramètres du climat, c'est dans ce sens, que notre étude intervient. Nous avons souhaité faire une étude comprenant le maximum de paramètres du climat possible, mais, vu le manque de données pour certains paramètres, et l'absence totale pour d'autres, notre étude s'est restreinte sur un seul paramètre climatique qui est la pluviométrie moyenne mensuelle.

Après l'étude statistique des données (collecte des données, détection des valeurs aberrantes et

comblement des lacunes), où nous avons pris la période entre 1970 et 2005 comme période de notre étude, nous avons divisé cette période en cinq sous-période (de 1970 à 1979, de 1980 à 1989, de 1990 à 1999 et de 2000 à 2005). Pour chaque période nous avons fait une régionalisation. Nous avons remarqué que le régime pluviométrique tend à s'unifier. Ce résultat est plus net dans la dernière période (de 2000 à 2005).

**Mots Clés:** Changement climatique - Ressource hydrique - Régionalisation - S.I.G.

1. Université Ibn Tofail - Kenitra, Maroc

2. Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique (L.R.S.B.G.), Université Mustapha Stambouli de Mascara- Algérie.

3. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen- Algérie.

## LES RESSOURCES EN EAUX DANS LA PLAINE DE BERRECHID : CONTRAINTES ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

A. Belouarda<sup>1</sup> & Y. Belouarda<sup>2</sup>

La plaine de Berrechid est un espace complexe, très diversifié, en profonde mutation et en perpétuelle transformation. Il occupe une place privilégiée à partir de sa position entre Casablanca à l'Est et El Jadida à l'Ouest ainsi que Settat au Sud et ses ressources naturelles considérables et diversifiées.

Les dommages générés dans cette plaine sont très considérables : des mutations socio-économiques très profondes, des destructions des potentiels hydriques. Face à cette pression accrue sur les ressources en eaux,

la plaine de Berrechid représente aujourd'hui un milieu physique instable, dont l'écosystème repose sur un équilibre fragile.

L'objectif préopératoire est la résolution des impacts négatifs en prenant compte la complexité spatiale de ce territoire, tant au plan physique qu'au plan de la gestion et de la gouvernance.

**Mots clés:** plaine de Berrechid, Casablanca, Développement durable, mutation, impact, gouvernance

## L'APPROCHE ECOBILAN POUR UNE MEILLEURE VALORISATION DE L'EAU D'IRRIGATION EN ZONES MÉDITERRANÉENNES: PRÉSENTATION DU MODÈLE, VALIDATION ET APPLICATION

L. Karim<sup>3</sup>, C. Debouche<sup>4</sup>, B. Soudi<sup>5</sup>

Au Maroc, le secteur de l'agriculture, qui consomme plus de 90% des eaux mobilisés, est appelé, plus que jamais, à utiliser à bon escient l'eau d'irrigation en produisant plus et mieux avec la même quantité d'eau disponible ; le secteur agricole est appelé à libérer une partie des eaux qu'il utilise à présent, en raison de la compétition par les autres secteurs et leur plus grande rentabilité comparée à l'agriculture.

Cette étude se propose de présenter un modèle de l'écobilan « eau » baptisé Water Ecobalance (WEB) qui est un sous modèle du programme « Tadla Écobalance » (TEB) appliqué et validé dans le contexte étudié. L'objectif est de mettre en place une démarche d'éco conseil pour une meilleure valorisation de l'eau agricole dans le Tadla.

La modèle (WEB) subdivise l'exploitation agricole en trois compartiments qui sont: «les Cultures», «les Animaux» et «le Sol cultivé» et son environnement en quatre compartiments qui sont: «l'Atmosphère», «les Eaux du réseau», «les Eaux de la nappe ou eau souterraine» et les «Tiers». C'est un modèle qui a été testé sur un réseau d'exploitations agricoles représentatives de la zone d'étude en quantifiant un total de 15 flux et qui sont de deux types : des « flux majeurs » et des « flux mineurs »

Le WEB a permis de calculer deux indicateurs environnementaux pour l'écobilan « eau ». D'une part,

l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation qui demeure globalement faible avec une moyenne de 40% et ne dépassant pas 50% que chez 25% des agriculteurs du réseau de suivi. D'autre part, le taux de valorisation de l'eau d'irrigation dans la production qui est de 56% en moyenne et ne dépassant 50% que chez 65% des agriculteurs enquêtés. D'où la nécessité de consentir plus d'efforts pour améliorer l'efficacité de l'irrigation et rationaliser l'utilisation de l'eau.

Les tests de sensibilité réalisés ont démontré l'importance de préciser certains paramètres très déterminants dans calcul de l'écobilan « eau » tels que la transpiration par kg de matière sèche produite induisant une forte variation sur le résultat final représenté essentiellement par le taux d'infiltration vecteur de la pollution azotée et de lessivage des sels.

C'est en précisant davantage les paramètres utilisés comme inputs que de tels modèles deviendraient plus performant et plus fiables pour une réelle aide à la prise de décision dans la gestion rationnelle de l'eau à usage agricole.

**Mots clés:** agri environnement, eau, écobilan, efficacité, évaluation, flux, irrigation, modèle, valorisation adaptation,

1. Professeur chercheur, FSJTS, Unv Hassan I, Settat.

2. Doctorant, Chaire Unesco (GN), Unv Md V-Agdel, FLSH, Rabat  
belouardayoussef@gmail.com

3. Département Gestion et Maîtrise de l'Eau- Institut TSMAERB/Direction ERD, Maroc

4. Unité Mécanique des Fluides et Environnement, Faculté Universitaire de Gembloux, Belgique

5. Département des Sciences du Sol, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

## ENERGY AND WATER BALANCES FOR MONITORING THE WATER CONSUMPTION OF IRRIGATED OLIVE TREES IN SEMI ARID REGIONS.

J. Ezzahar<sup>1,\*</sup>, A. Chehbouni<sup>2</sup>, S. Er-raki<sup>1</sup> & S. Khabba<sup>1</sup>

Planning and management of water resources have become a very important issue in arid and semi-arid regions. Accurate measurements of heat and water fluxes are required for optimizing water management and for validating models simulating crop water consumption. For the olive orchard, which is the dominant crop in Mediterranean regions, very little information exists on the exchange of heat and water fluxes between the vegetation and the atmosphere. In the context of Sudmed and Irrimed projects, an experimental setup was conceived to monitor seasonal water consumption of olive orchards located near Marrakech, Morocco. For this purpose, an Eddy-Covariance (EC) system, a meteorological station, as well as measurements of soil moisture and temperature were continuously operated during more than one year over an irrigated olive yard, i.e. tall, sparse vegetation. The total annual rainfall and irrigation amount were

around 354 and 800 mm respectively. The yearly cumulative evapotranspiration measured from eddy-covariance system was 824 mm. By using the water balance equation, the result showed also that a large quantity of water (around 330 mm) was lost due to deep percolation, infiltration and runoff. This loss is due essentially to irrigation method (flood). In the other hand, the water requirements (ET<sub>c</sub>) calculated following the FAO-56 procedure which was 920 mm. Although the sum of irrigation and rainfall was greater than ET<sub>c</sub>, the stress event occurred. Such behaviour can be explained by the fact that the irrigation monitoring is done by observing the physical conditions of the plant which is not sufficient to manage the irrigation.

**Keywords:** Eddy Covariance, Evapotranspiration, Energy Balance, Olive, Flood Irrigation, Water Balance.

## PERENNITE DU SERVICE DE L'EAU A TRAVERS L'EUDE DE CAS DU PERIMETRE IRRIGUE DES DOUKKALA

A. Ariba<sup>3</sup>

**Ce travail est un extrait d'une thèse professionnelle soutenue en 2005 à l'ISCAE**

Les pouvoirs publics ont engagé des investissements importants dans le secteur agricole en irrigué pour en faire le moteur de l'économie nationale. Ainsi pour garantir la réussite de l'objectif arrêté, des mesures d'accompagnement ont été prises. Il s'agit de dispositions réglementaires et des mesures incitatives pour la réussite de la mise en valeur agricole.

Ces mesures consistent entre autres en la mise place des structures décentralisées pour la régularisation de la gestion des ressources en eau au niveau des sept bassins versants et la gestion des systèmes d'irrigation en sus de l'encadrement des irrigants en vue d'un usage efficient et d'une meilleure valorisation de l'eau consommée au niveau des neufs périmètres irrigués. L'Etat a, également, prévu des moyens financiers pour la pérennisation des infrastructures hydro agricoles par l'instauration d'une redevance annuelle et permanente qui est supportée par les irrigants. Cette redevance tel qu'elle est définie dans le CIA permet la couverture des charges d'exploitation,

d'entretien et d'amortissement. Cependant, dans la pratique les dispositions du CIA n'ont pas été respectées pour la fixation de la redevance et donc le service de l'eau est déficitaire ; ce qui a nécessité des transferts budgétaires pour assurer l'équilibre financier d'une part et a engendré une insuffisance de la maintenance des systèmes d'irrigation, d'autre part. Cette dernière s'est traduite par une vétusté précoce des infrastructures hydro agricoles et par conséquent un besoin énorme en réhabilitation.

Ainsi pour appréhender la question de la durabilité des systèmes d'irrigation en grande hydraulique et les moyens successibles de la garantir sans le recours aux subventions étatiques ou du moins les minimiser, il a été procédé à l'étude de cas du périmètre irrigué des Doukkala qui fait partie du bassin hydraulique d'Oum Er-Rbia.

L'étude a permis d'analyser les différents intervenants dans le périmètre irrigué. Il s'agit des irrigants qui sont les utilisateurs du service de l'eau et producteurs, de l'agence de bassin Oum Er-Rbia, de l'ORMVA des Doukkala, le secteur privé ainsi que les organisations professionnelles.

*1 Institut de recherche pour le développement/ Université Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco*

*2 Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère BP 31055 cedex Toulouse, France*

*3. ingénieur en Chef Agro économiste et Mastère spécialisé en Management des Services Publics.*

*hakim\_ariba@yahoo.fr*

Cette analyse a permis de dégager que l'acteur le plus dynamique et influent dans le périmètre irrigué, gestionnaire des systèmes d'irrigation au sein du périmètre irrigué, est l'ORMVA des Doukkala suivi par le secteur privé. Les AUEA qui devaient, en principe, jouer un rôle important dans l'organisation des irrigants en vue d'un usage efficient de l'eau d'irrigation utilisée ainsi que lors de la négociation des programmes d'irrigation à adopter et les actions prioritaires en entretien des systèmes d'irrigation sont, à ce jour, non opérationnelles.

Si le rôle de l'agence de bassin se limite à la régularisation et l'arbitrage pour l'affectation de la dotation en eau entre les différents secteurs utilisateurs des ressources en eau, l'ORMVA des Doukkala est le gestionnaire des systèmes d'irrigation et le délégataire de la ressource en eau au sein du périmètre irrigué des Doukkala. En sus des activités précitées, l'ORMVA des Doukkala est le responsable de l'application de la politique des pouvoirs politiques dans le domaine agricole entant qu'aménageur et assurant l'encadrement des agriculteurs en vue de la mise en valeur agricole.

L'analyse approfondie du fonctionnement de l'ORMVA des Doukkala a identifié, en sus des possibilités de la réduction des coûts, la sous tarification de l'eau d'irrigation et le financement des activités non marchandes réalisées par l'ORMVA des Doukkala à partir des recettes de l'eau d'irrigation ; ce qui aggrave le déséquilibre financier du service de l'eau et par conséquent l'entretien et la maintenance en pâtissent entraînant ainsi une qualité du service de l'eau souvent contestée par les irrigants.

Pour y pallier, il est proposé de saisir l'opportunité de la multi fonctionnalité des ouvrages de transport de l'eau. Celle-ci permettra aux autres secteurs bénéficiant du service de transport de supporter une partie des coûts surtout que ce service est rendu gratuitement pour certains et à un prix subventionné pour d'autres. En parallèle, le coût à faire payer par les irrigants doit refléter la réalité des coûts durables tout en faisant recours à une péréquation entre les différentes zones tarifaires au sein du périmètre irrigué des Doukkala.

En dépit de ces mesures, la durabilité ne peut être assurée qu'en séparant la gestion et la maintenance des systèmes d'irrigation des deux autres missions à caractère public. Cette mesure, à elle seule, est insuffisante. Par conséquent, il serait souhaitable d'adopter pour la gestion et la maintenance des systèmes d'irrigation au autre mode de gestion dans le cadre partenariat public privé (P.P.P). Cette formule serait encore meilleure si le PPP concerne les deux périmètres irrigués à savoir Doukkala et Tadla qui font partie du même bassin hydraulique.

Quant aux missions de l'aménagement de l'aménagement et du développement agricole, la première est appelé à disparaître puisque l'aménagement est achevé ; la seconde, elle pourra être prise en charge par l'irrigant lui-même et le secteur privé et à moyen terme par la chambre d'agriculture.

Mots clés : durabilité des systèmes d'irrigation, périmètre irrigué, agence du bassin, partenariat public privé

## ETUDE DE L'ENRACINEMENT DE LA CANNE À SUCRE SOUS IRRIGATION LOCALISÉE "GOUTTE À GOUTTE" DANS LES CONDITIONS DU GHARB AU MAROC

M. Aabad<sup>1</sup>, A. Bouaziz<sup>2</sup>, M. El-Messaoudi<sup>1</sup>, J-F. Martiné<sup>3</sup> & A. Falisse<sup>4</sup>

Dans les sols argilo-limoneux du Gharb au Maroc, une étude du développement racinaire de la canne à sucre (cv. "CP70-321") irriguée par le système localisé "goutte à goutte" a été effectuée en juin 2007 en utilisant les parcelles d'un essai de valorisation de l'eau d'irrigation à régimes hydriques contrastés, 17, 50 et 100% ETM. Des échantillons du sol ont été prélevés sur les cinq horizons de chaque profil cultural d'une profondeur de 1,25 m pour caractériser la densité racinaire (35 éch.), l'humidité pondérale "HP" (42 éch.) et la densité du sol (6 éch.). Le logiciel de numérisation "Arc View 8.3" a été utilisé pour visualiser le développement des racines et la diffusion de l'eau dans le sol.

Les résultats ont mis en évidence que le développement des racines a suivi la tendance de l'humectation du sol avec une densité racinaire la plus importante dans les parcelles irriguées au régime de 100 % ETM et la plus faible pour le régime 17 % ETM. Dans ces parcelles l'humectation du sol a été nettement supérieure avec la formation d'un bulbe d'eau sur une profondeur

d'environ 50 cm où l'HP est de l'ordre de 24 à 28%, donc proche de l'humidité à la capacité au champ (Hcc=28,5%), contre seulement 25 cm pour le régime 50% ETM avec HP de 20 à 24%. Pour le régime 17% ETM, ce bulbe n'a pas été observé et l'HP de la première couche du sol (25 cm) n'a été que de 18 à 20%, légèrement supérieure à l'humidité au point de flétrissement (Hpf=17,2%). Ces différentes situations de HP et d'enracinement ont abouti à des différences de rendements en sucre et en tiges usinables hautement significatives.

La densité apparente du sol, en moyenne égale à 1.4 partout dans les profils prospectés, n'a pas été affectée par les régimes d'irrigation.

Dans l'ensemble des profils hydriques, le niveau de la nappe phréatique, observé à la fin du printemps, est situé à environ 100 cm de la surface du sol.

**Mots clés:** canne à sucre, profil, densité, racine, irrigation localisée, goutte à goutte, Gharb, Maroc.

## BILAN DE L'ENQUÊTE SUR LES RETENUES COLLINAIRES DANS LA WILAYA DE MASCARA (OUEST ALGÉRIEN)

M. Habi<sup>5</sup> ; B. Morsli<sup>6</sup>

Étant donné les conditions topographiques qui ne permettent pas toujours l'implantation de grands barrages, l'Algérie a adopté un vaste programme de retenues collinaires pour la mobilisation des ressources en eau afin de combler le déficit. Cette solution convient d'ailleurs aussi bien aux régions arides ou semi arides caractérisées par des ruissellements à régime torrentiel qu'aux régions humides.

En revanche, il est apparu, dans les premières années de la stratégie un certain nombre de problèmes et surtout d'interrogations en ce qui concerne l'impact réel de ces aménagements auprès de la population rurale, la perception et le degré d'appropriation qu'elle peut en avoir, les usages qu'elle en fait et, finalement, l'incidence

positive sur son mode de vie. Une partie de ces difficultés est inhérente à la démarche qui avait abouti au choix d'un site à équiper. Ce choix était surtout guidé par la détection de qualités propres au milieu physique, favorables à la construction d'un petit barrage, avec le consentement tacite des personnes concernées se traduisant par une cession de terres à l'amiable avec, parfois, compensation sous forme de livraison de plants hitiers et possibilité d'accès à l'eau, facteur déterminant de l'intensification agricole.

**Mot clés :** retenues collinaires, conditions biophysiques, conditions socio-économiques, région aride

1. CTCS/ORMVA du Gharb, Kénitra Maroc,

2. IAV Hassan II Rabat,

3. Cirad La Réunion,

4. Fac.Univ.Sciences Agronomiques, Gembloux Belgique

5. Maître de conférences à l'Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de l'Ingénieur- Tel/Fax: 213(043) 28/56/89-86; 28/56/85. Email: moha.habi@gmx.de

6. Chargé de Recherche, INRF de Tlemcen – Tel/Fax : 043201792. Email : morbinrf@yahoo.fr

## RECONVERSION DU MODE DE REGULATION DES CANAUX PRINCIPAUX DU PERIMETRE DU TADLA POUR UNE ECONOMIE D'EAU DANS LE SYSTEME DE TRANSPORT

S. Jebbour<sup>1</sup>

Les dotations d'eau d'irrigation pour le périmètre irrigué du Tadla ont connues des réductions de 43 % et 45 % durant les dix dernières années, respectivement pour le périmètre des Beni Amir et des Beni Moussa, affectant directement la production agricole au niveau des deux périmètres. Ces dotations, en dessous des besoins, imposent la recherche d'une gestion rationnelle de l'eau d'irrigation, depuis le barrage jusqu'à la parcelle, en passant par les canaux principaux et de distribution, de manière à irriguer le maximum de superficie possible avec le minimum d'eau disponible.

Les pertes d'eau engendrées par les canaux de transport sont de l'ordre de 18%, dues principalement à la conception de ces canaux répondant aux conditions de l'époque où l'abondance des ressources en eau ne posait pas de contraintes de restriction et de gestion rationnel de l'eau d'irrigation. Actuellement et dans le contexte de la gestion de la rareté de l'eau d'irrigation, ces canaux sont assujettis à plusieurs problèmes de fonctionnement dus essentiellement au mode de régulation ne permettant une réponse immédiate aux variations subites de la demande en eau d'irrigation. Ainsi, les excès d'eau ne sont pas stockés et sont immédiatement perdus au niveau des décharges terminales et les sous-alimentations ne peuvent pas être rapidement compensées, puisque elles nécessitent un temps de réponse important dépendant d'une nouvelle programmation du lâcher en tête du canal.

De ce fait, dans l'optique d'une gestion rationnelles des ressources hydriques disponibles et compte tenue des

programmes de grande envergure d'économie d'eau en cours de réalisation, il apparaît nécessaire de changer le mode de régulation actuel des canaux principaux du Tadla à un autre mode de régulation simple basé uniquement sur l'automatisme hydraulique, sans recours à la télémesure et à la télétransmission de données pour une prise de décision. Ce nouveau système sera adapté à chaque canal principal en tenant compte de ses caractéristiques, en vue de minimiser dans la mesure du possible les transformations à entreprendre.

Les variantes proposées essayent de porter les éléments de réponse aux difficultés posées en proposant un système de régulation par l'aval, tenant compte des spécificités de chaque canal principal. Ce système de régulation permet aux canaux principaux de se comporter toujours comme réservoir, qui peut en temps utile, emmagasiner, du moins pour quelques temps, la quantité d'eau non utilisée, ou bien fournir la quantité de compensation demandée. L'importance des économies d'eau à faire en adoptant de simples modifications au niveau du canal Coursier par l'installation d'une prise modulée et au niveau du canal D par la construction en aval d'un déversoir de récupération, permettent une économie d'eau de plus de 60 Mm<sup>3</sup>, correspondant à la réalisation de quatre tours d'eau d'irrigation. Ces variantes présentent un certain nombre d'avantages au niveau de l'aspect économique, Social et exploitation, aussi bien pour le gestionnaire que pour les agriculteurs.

*1. Ingénieur de Génie Rural à l'ORMVA du Tadla*

## MODELISATION DE LA NAPPE DU PLIO QUATERNAIRE DE LA PLAINE DE MAGHNIA (TLEMCCEN, NORD-OUEST ALGÉRIEN)

S.Guettaia<sup>1</sup>; A.Boudjema<sup>1</sup>; K Baba Hamed<sup>1</sup>; A. Bouanani<sup>1</sup>

Ces dernières années, la recharge par les précipitations a diminué à cause de la sécheresse. Par ailleurs, l'accroissement des besoins a nécessité l'augmentation des pompages ce qui peut mener à un déséquilibre de la nappe. Pour éviter de telle situation et pour une utilisation plus rationnelle des capacités de la nappe du Plio-Quaternaire de la plaine de Maghnia, il nous a paru nécessaire, dans le cadre de ce travail, de présenter des scénarios de gestion basés sur un modèle mathématique: A.S.M : « Aquifer Simulation Model ».

L'aquifère de Maghnia est affecté par des variations brutales des différentes caractéristiques hydrodynamiques. Le calage du modèle a permis de vérifier la fiabilité des résultats concernant la géométrie et les limites de l'aquifère ainsi que ses paramètres hydrodynamiques.

Il paraît que les eaux souterraines se trouvent dans un

milieu de caractéristiques hydrauliques très variables et ne sont exploitables à gros débits que dans certaines zones perméables. La répartition des zones favorables et défavorables, l'existence de drainages latéraux font ressortir l'intérêt de captages à l'amont et à degrés moindre au Sud-Est et à l'Ouest.

La surexploitation de la nappe de Maghnia est due à l'intensification des pompages ainsi qu'à la surexploitation de la nappe des Angads au Maroc. Vu le manque de données de débits à la bordure Sud Ouest de la plaine (partie marocaine), qui constituent un moyen de vérification très important pour le modèle, nous pouvons admettre que les débits obtenus de la carte piézométrique sont estimatifs.

**Mots clés:** Modélisation- nappe libre- calage- surexploitation-gestion.

## LA PURGE DE FIN DE RAMPE COMME SOLUTION AUX RISQUES DE BOUCHAGE DU GOUTTEUR À FAIBLE DÉBIT. L'expérience de la société Mazaria au nord du Maroc.

A. Aït Houssa<sup>2</sup>, R. Salmi<sup>3</sup>, A. Maataoui<sup>3</sup>, A. Raji<sup>2</sup>, A. Elantaki<sup>4</sup>, A. Achkar<sup>4</sup>

On présente les résultats de suivi d'un goutteur autorégulant à faible débit (1.2l/h) utilisé pour l'irrigation des cultures annuelles dans les sables du nord du Maroc, avec des eaux de surface de forte charge physique et algale. En dépit des systèmes de filtration installés à l'amont (filtre à tamis de 2x2 mm, filtre à disque de 130microns), la purge régulière (1 à 2 fois par semaine en hiver/printemps, et 3 fois en été/automne) s'est montrée indispensable pour pouvoir protéger le goutteur contre les risques de bouchage et maintenir

we present results of a study on a low flow (1.2l/ha) emitter utilized to drip irrigate annual crops on a sandy soil in Morocco with surface water containing high quantities of physical material and algae. Despite the filtration system installed (screen filters of 2x2mm, disc filter of 130 $\mu$ ) regular cleaning (1 to 2 times a week in winter/spring) and 3 times in summer /fall) was showed

une uniformité d'arrosage raisonnable (CU autour de 90 %). Les facteurs de prédisposition au bouchage sont souvent la charge physique et algale de l'eau brute au moment d'irriguer, la montée subite de boue dans l'amenée principale par suite d'arrêt intempestif de la station de pompage, la longueur de la rampe porte goutteurs et la chute de pression dans le réseau.

**Mots clés additionnels:** goutteur autorégulant, uniformité d'arrosage, risques de bouchage.

to be necessarily in order to prevent emitter clogging and to maintain a high water supply uniformity (CU around 90%). Factors that favor clogging are often; high levels of physical material and algae in water, increase of sludge material in the main channel due to an abnormal stoppage of the pumping station, the length of the pipe and the decrease of pressure in the system.

1. Département des Sciences de la terre, Faculté des Sciences, Université AbouBakr Belkaïd, BP 119, Tlemcen, Algérie. E-mail: sabguettaia@yahoo.fr

2. Société Mazaria, Larache, Maroc.

3. Département d'Agronomie, Ecole Nationale d'agriculture de Meknès, Maroc.

4. Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Loukkos, Maroc.

## L'EAU, UNE AFFAIRE DE GESTION

M. Hassane\* ; A. Ayadi\*\* ; M. S. Benhafid\*\*\*

L'eau, bien précieux devenu de plus en plus rare en Afrique, est au cœur des défis de l'avenir, tant sur le plan démographique, que sur les plans de la santé public et du développement économique. Elle est plus répartie de manière très inégale dans l'espace et dans le temps.

S'il est vrai que tout le continent est pris au dépourvu par les grandes périodes de sécheresse, il n'en reste pas moins que la gestion des stocks disponibles souffre d'un manque flagrant de savoir-faire ; ce qui entraîne un ensemble de carences (pénurie, gaspillage, pollution des eaux domestiques et agricoles, installations hydrauliques, etc.).

C'est dire qu'aujourd'hui, plus que jamais, on doit tout mettre en œuvre pour améliorer la gestion de l'eau, au sens large du terme, il y va de notre survie, mais aussi de celle des générations à venir car, il faut savoir que l'Afrique figure parmi les pays situés dans la zone rouge au même titre que le monde arabe, où la pénurie sera considérable à l'horizon 2025.

La ressource hydrique est très faible par rapport aux besoins en eau qui sont en constante augmentation, à la fois par l'usage direct des populations et aussi avec le développement économique. Une perspective de croissance démographique et économique exige des

besoins suffisants en eau. Or, les quantités d'eau disponibles sont insuffisantes et aggravées par une sécheresse qui a considérablement réduit les réserves des barrages et des nappes souterraines. La pénurie de l'eau est un facteur réducteur de développement économique, un ralentisseur du niveau de vie et pouvant même être une source de conflit.

Autant de réalités qui exigent, avant qu'il ne soit trop tard, une gestion de l'eau intégrant des paramètres difficilement maîtrisables qui sont : scientifiques, démographiques, socio-économiques, législatifs et politiques.

Dans le continent africain, les prélèvements en eau dépassent largement l'ordre de grandeur des ressources disponibles. La situation est aggravée par la surexploitation et la dégradation des ressources. Cela dit, les pénuries d'eau sont appelées à s'éteindre et à s'aggraver dans les prochaines décennies. Elles sont imputables à la sécheresse (20%), à la forte croissance des demandes en eau (10%) et surtout au manque de savoir-faire (70%).

L'eau est donc une affaire urgente de prise en charge compétente.

## GESTION DE L'EAU À LA PARCELLE : SYSTÈME D'IRRIGATION ÉCONOMISANT L'EAU MÉTHODE : « GOUTTE À GOUTTE PÉNÉTRANTES »

D. Benakrach

L'ancienne méthode d'irrigation par goutte à goutte permet l'irrigation superficielle du sol.

- Une quantité d'eau est perdue par vaporisation.
- Les racines profondes sont mal irriguées ou presque sèches.
- La surface irriguée devient un lieu favorable et fertile pour la poussée des herbes parasites. Donc une consommation d'eau, des sels minéraux, etc... En plus des frais de nettoyage.\*

cette nouvelle méthode d'irrigation par goutte à goutte « Pénétrante » permet une irrigation profonde du sol.

- Elle peut irriguer les racines les plus profondes.

- Sans perte d'une seule goutte d'eau.
- Donc toute la quantité d'eau envoyée et consommée par la plante.
- Et dans un temps record !.

cette nouvelle méthode d'irrigation par goutte à goutte « Pénétrante » nous fait un gain important de la manière Noble «eau», De même, les frais des dépenses directes et indirectes.

**Objectif:** Espérant que cette nouvelle méthode d'irrigation par goutte à goutte « Pénétrante » sera au service de l'HUMANITE ;

1. Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida - BP 31 Blida 09000 - Algérie

Tél : 00-213-25-39-94-47/Fax : 00-212-25-39-94-46

E-mail : \*.mhassane@ensh.dz ; \*\*.ayadiabder@ensh.dz ; \*\*\*.mbenhafid@ensh.dz

## LE PROBLEME DE L'EAU EN ALGERIE : UNE PERCEPTION ENCORE PEU MAITRISEE

M. Habi<sup>1</sup> ; F. Bensalah<sup>2</sup>

La population des villes algériennes a été multipliée par huit depuis le début des années soixante, et les personnes vivant dans les villes et villages, qui ne représentaient que 20% de la population en cette période, sont actuellement plus nombreuses que celles vivant en zones rurales. Ce formidable boom démographique, doublé d'une explosion des villes, avec l'apparition de grands quartiers périphériques, a provoqué un immense problème d'urbanisme, dont celui de la disponibilité de l'eau et de sa qualité n'en constituerait qu'un volet.

C'est dire que la question de l'alimentation en eau potable ne constitue qu'un élément d'une équation qu'il s'agit de résoudre dans sa globalité. Car le retard accumulé sur ce terrain ne peut être rattrapé que par un effort collectif, impliquant le concours de tous, institutions publiques, entreprises, acteurs de l'eau et citoyens.

Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m<sup>3</sup>, elle n'était plus que de 720 m<sup>3</sup> en 1990, 680 m<sup>3</sup> en 1995, 630 m<sup>3</sup> en 1998. Estimée à environ 500 m<sup>3</sup> à l'heure actuelle, elle ne sera que de 430 m<sup>3</sup> en 2020 et serait encore plus réduite ramenée aux ressources en eau mobilisables.

Cette situation est d'autant plus préoccupante qu'elle traduit le résultat d'un intérêt proclamé pour la question dès les premières années de l'indépendance et supposé concrétiser par toute une politique de valorisation des ressources hydriques.

En effet si le volume global régularisé a été multiplié par près de quatre entre les deux dates, la capacité moyenne par barrage a baissé; Plus significatif encore le volume moyen par tête d'habitant a été divisé par trois entre 1962 et 2004.

Cette donnée, à elle seule, exprime l'énorme hiatus qui sépare les résultats obtenus des efforts consentis quand on sait que d'importantes ressources financières ont été consacrées à la construction des barrages, les autres types de ressources étant presque exclus.

Les ouvrages en cours de réalisation ou projetés envisagent de réduire cette faiblesse de mobilisation en augmentant le volume mobilisé et la capacité moyenne de l'ouvrage.

Ces objectifs sont peu réalistes à la lumière des données climatiques et des insuffisances établies en matière de gestion et de maintenance, il ne demeure pas moins que la part des barrages dans la satisfaction de la demande des usagers est en constante régression passant de 70% en 1962 à 21 % en 2004.

Tout ceci démontre que ce qui est réellement en cause dans la «bataille de l'eau» c'est bien moins la capacité de réalisation des ouvrages que la capacité de gérer la ressource hydrique et d'améliorer le rendement de son service par différents moyens allant de la réforme institutionnelle et juridique au perfectionnement des outils et méthodes de gestion en passant par la formation des hommes et l'éducation des usagers.

La problématique de l'eau est indissociable du développement durable dans la mesure où l'eau doit permettre de répondre aux besoins des générations actuelles sans hypothéquer, par des effets peu ou non réversibles, la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.

L'Algérie occupe actuellement un rang mondial important parmi les pays touchés par le stress hydrique et s'il n'y aura pas de démarches réelles et plus efficaces, elle souffrira encore plus à l'horizon 2020/2025.

1. Maître de conférences, Département d'Hydraulique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, l'Université de Tlemcen, Algérie.  
Tel/Fax: : +213(043) 28 56 89 / 28 56 85. Email: moha.habi@gmx.de

2. Chargé de cours, Département de Biologie, Faculté des Sciences, l'Université de Tlemcen, Algérie.

## APPROCHE À L'ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE DANS LA RÉGION DE BOUMAÏZA (N.E ALGERIEN). QUALITÉ ET DIAGNOSTIC DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES.

M. Hannouche<sup>1</sup>

L'essor économique d'une région exige une forte demande en eau. Les eaux souterraines dans la région de Boumaïza représentent la ressource principale en eau potable. Leur qualité chimique naturelle dépend fondamentalement de l'origine des eaux, de la nature des formations géologiques qui emmagasinent et véhiculent l'eau et des conditions physico chimiques caractéristiques du milieu.

La région de Boumaïza est une zone géographique qui réunit un ensemble de points sensibles aux impacts anthropogènes dont celui de présenter une forte dégradation de la qualité de l'eau.

L'objectif de ce travail est d'établir une synthèse de problèmes liés à l'eau et d'évaluer les caractéristiques physico chimiques qui nous permettent d'étudier la qualité de l'eau.

La région d'étude est située au Nord Est Algérien dans la wilaya de Skikda et fait partie du sous bassin côtiers Kébir Magroun avec une superficie de 396 km<sup>2</sup>. Elle

appartient au massif de l'Edough, et se présente sous forme de chaînon détaché au S.W de celui-ci.

Une campagne de prélèvements d'eau a été effectuée, et a intéressé 19 points d'eau (puits et forages). Les analyses des échantillons ont été réalisées au laboratoire central du complexe sidérurgique d'El-Hadjar (Ispat) et au laboratoire de Fertial (Asmidal).

Les aquifères, utilisés comme principale ressource, sont souvent dominés par le faciès chloruré sodique suivi du faciès bicarbonaté magnésien pour la nappe superficielle, et chloruré sodique et bicarbonaté calcique pour la nappe profonde.

Dans ce qui suit, on se propose d'identifier l'origine de ces éléments chimiques responsables de la dégradation de la qualité des eaux après avoir donné un aperçu géologique et hydrogéologique.

**Mots clés :** Eau - Qualité - Diagnostic-Pollution.

## LA VULNÉRABILITÉ DES RESSOURCES EN EAU AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES CAS DE L'OUEST ALGÉRIEN

«The vulnerability of water resources to climatic changes case of the western Algerian »

S. Sabba\*<sup>2</sup> & A. Medjerab\*<sup>3</sup>

L'ouest Algérien est une région aux ressources en eau modestes, très irrégulières et inégalement réparties dans l'espace. Elles subissent les effets d'un climat contraignant et d'une pression anthropique forte. De ce fait elles sont très fragiles et très vulnérables aux changements climatiques. Dans ce contexte, l'objectif de cette communication est double : il s'agit d'abord de

The western Algerian is a region with modest water resources, very irregular and unequally distributed in the space. They would be subjected the effect of a constraining climate and a strong anthropic pressure. Thus, they are very weak and very vulnerable to climatic changes. In this context, the objective of this communication is first of all to put into perspective the

mettre en perspective la vulnérabilité au changement climatique des ressources hydriques de la région, pour ensuite analyser les stratégies d'adaptation qui permettraient de réduire ces impacts potentiels.

**Mots- clés:** Vulnérabilité, changements climatiques, ressources en eau, l'ouest Algérien.

vulnerability to climatic changes of water resources of the region, and then to analyze the coping strategies which would allow to reduce these potential impacts.

**Key words:** vulnerability, climatic change, means in water, the Algerian west.

1. Maître de conférences, Laboratoire de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP N° 12, Annaba, Algérie. E-Mail : hannouche\_mani@yahoo.fr

2. Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et Aménagement du Territoire • Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene - BP : 32 El – Alia Bab-Ezzouar 16111, Alger- Algérie  
E-Mail:\* sabba-soumia @live.fr \*\* a\_medjrab@hotmail.com

## GESTION INTÉGRÉE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA NAPPE DE TAOURA, SOUK-AHRAS

S. Snani<sup>1</sup>; S. Ouled Zaoui<sup>2</sup> & Y.Djebbar<sup>3</sup>

La gestion de l'eau en Algérie pose un problème épineux aux autorités responsables, surtout dans les dernières années prend une importance croissante dans nos sociétés, vue à son manque et les grands investissements dans le domaine de dessalement des eaux de mer pour calibrer la règle d'offre demande. L'accès à la ressource en eau constitue un des défis majeurs de notre politique hydrique mais également un élément essentiel à l'équilibre socio-politique et économique du monde moderne.

Notre région d'étude, Centre de Taoura, selon l'Algérien Des Eaux (ADE), est située dans le Nord-Est de l'Algérie, sur le grand bassin versant de Medjerda Mellague, ce bassin est riche des ressources hydriques souterraine et superficielle. La population de la région est de 93 119 habitant en l'année 2008. Cette population urbaniser une superficie plus de 1.702 Km<sup>2</sup>, la dotation de la population de Centre de Taoura est variée d'une zone à autre.

Les eaux souterraines de notre région, Nappe de Taoura, considérés important de point de vue de quantité, la nappe de Taoura donne pendant l'année 2007 une production annuelle de 2 595 515m<sup>3</sup> sur un totale estimé à 16 193 590 m<sup>3</sup> (16% d'AEP de la wilaya est produit des eaux souterraine de la nappe de Taoura. Source ADE 2007).

Mais malgré tout ça la disponibilité d'eau potable pour couvrir la demande des consommateurs rester faibles, qui provoque une non satisfaction d'eau domestique des besoins environnementaux d'empirer dans l'avenir comme la demande d'eau continuera à élever face à le développement socio-économique de la région.

Le but de cette étude est de déterminé le taux de recouvrement de la demande domestique de la région d'étude (Centre de Taoura) par les eaux souterraine seulement lorsque les fuites dans le réseau d'AEP diminué à le taux actuel (50%) et d'obtenir une meilleure gestion intégrée peu durable des cette dernière. En utilisant l'un des outils qui ont reçu, et prend une grande acceptation en traitant la planification et la gestion de ressources d'eau est le programme WEAP (Water Evaluation And Planning system).

L'étude est un investissement énergétique, hydrique et financière, qui est basée essentiellement sur la potentialité des eaux souterraines de la région (nappe de Taoura), et le taux de pertes dans le réseau d'AEP.

**Mots clés:** Gestion, Eaux Souterraines, Centre De Taoura, WEAP, Taux Des Fuites.

## GROUND WATERS PROTECTION IMPORTANCE IN WEST GEORGIA

N. Kakha<sup>4</sup>; N. Phirosmanashvili<sup>5</sup>

This paper addresses these emergent issues the case study of ground waters in west Georgia. Local climates and microclimates particularly, are influenced by the proximity of the Black Sea and Caspian, as well as by the activity of human. The country is an rich in hydro biological resources and therefore suited to marine and inland capture fisheries and aquaculture activities. Recent international advances in water study and the background causes of these problems are analyzed, from natural change to particular human activities. Key points are addressed as four aspects; 1. The study of the water cycle process impacted by climate change and high

intensity human activity, where climate change influence on continue drought in this region are addressed, and human activity are discussed; 2. Ground Water utilization related to new economic partner change, such as saving water model; 3. Study of eco-hydrology, and interaction of water and ecology impacted by climate change and human activity; 4. Reasonable water allocation that includes water diversion from south to north of the country and the issue of saving water in local areas. West Georgian regions are under of high risk of the saturated and erosion soils and floods.

1. Etudiante Chercheur, Centre Universitaire de Souk-Ahras, Algérie; snani\_samia@hotmail.com

2. Etudiante Chercheur, Centre Universitaire de Souk-Ahras, Algérie ; soumaya\_ouled@hotmail.com

3. Maître de Conférence, Centre Universitaire de Souk-Ahras, Algérie, YDjebbar@yahoo.com

4. Director Biotechnology Center of Georgia - (Ministry of Education and Science of Georgia)

5. Biotechnology Center of Georgia (Researcher Fellow) Plants and animals reprod anduction gene bank department

IA STR. Sarajishvili Tbilisi 0197 Georgia • TEL : +99532 650871 ;654878 ;650872 ; MOB: +99599155725; FAX :+99532 650871 - E-MAIL : KNADIRAD@GEO.NET.GE ; nanaphiro@gmail.com

WWW.BIOTECHCENTER.COM.GE

**GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAUX, UTILISATION DE MODÈLE  
HYDROGÉOLOGIQUE COUPLÉ AVEC WEAP :  
cas d'étude de la plaine de Kairouan Tunisie centrale.**

**C. Aouadi<sup>1,\*</sup>, J. Tarhouni<sup>1</sup>, I. Nouiri<sup>1</sup> & S. Darmoul<sup>2</sup>**

**Thème: Approches et outils innovateurs pour la planification et la gestion de l'utilisation de l'eau**

Dans cette communication il est présentée une approche de modélisation utilisant un couplage du modèle MODFLOW pour la simulation des eaux souterraines, avec le modèle WEAP de bilan ressources – usages dans l'objectif d'élaborer et évaluer des scénarios de gestion. L'objectif de ce travail est de simuler l'impact de différents plans de gestion intégrée des ressources en eau pour un cas d'étude réel qui est la plaine de Kairouan en Tunisie centrale.

La plaine de Kairouan (3000 km<sup>2</sup>) a subi un changement hydrologique rapide durant ces dernières décennies. Les signes les plus évidents sont une importante baisse des eaux de ruissellement dans les bassins amonts et une transformation complète de la recharge naturelle de l'aquifère de Kairouan à l'aval. L'activité humaine dans la région aussi bien par les travaux de conservation des eaux et du sol ou la construction de petits et grands barrages (contre l'inondation) ainsi que les pompages directs de la nappe (irrigation, et eaux potable) ont eu une large conséquence sur la disponibilité des ressources en eaux dans la région.

La modification des écoulements souterrains provoquée par la réduction de la recharge naturelle suite à la construction des barrages est assez nette dans les premiers 10 km à l'aval de ces ouvrages ; le reste de l'aquifère de Kairouan n'a pas été affecté. Cette réduction de la recharge et l'augmentation continue des pompages des eaux souterraines a engendré une baisse générale des niveaux piézométrique (1 m.an-1 durant la dernière décennie).

Dans ce travail, le modèle hydrogéologique élaboré en régime transitoire par calage de MODFLOW est composé de 40 x 36 mailles (1.4 km x 1.3 km). La

période de simulation pour la validation est entre 1967 et 2006, avec un pas de temps annuel. La schématisation du système de la plaine dans le modèle sous WEAP est effectuée par trois sous-bassins en fonction de la recharge naturelle et par six sites de demande essentiellement en rapport avec l'occupation du sol par les cultures irriguées. Deux grands barrages en amont de la plaine de Kairouan sont considérés comme réservoirs extérieurs pour l'alimentation en eau (irrigation et recharge artificielle).

Deux scénarios sont analysés dans ce travail pour simuler le comportement de l'aquifère: (i) durant une décennie sous une condition de pompage croissant linéairement et (ii) sous une autre condition de recharge artificielle annuelle.

Les résultats des simulations confirment que l'aquifère sera profondément affecté par une surexploitation; en effet le rabattement dépasserait les 2 m.an-1 au bout de dix ans dans les zones d'influence des puits. En conséquence, le déstockage de la réserve atteindrait les 600 Mm<sup>3</sup>. La situation serait améliorée par la recharge artificielle comme le confirme l'analyse du scénario correspondant. En conditions de recharge artificielle, l'aquifère serait bénéficiaire de plus de 100 Mm<sup>3</sup> en 2020 et la piézométrie pourrait augmenter d'environ 12 m .

Cette approche par l'intégration de deux modèles rend possible la comparaison entre plusieurs scénarios pour la planification et la gestion intégrée des ressources en eaux. L'outil d'aide à la décision «WEAP-MODFLOW» permettra d'identifier les meilleures options de gestion des ressources à l'échelle de la plaine de Kairouan.

**Mots clés:** région aride; ressource en eaux; aquifère, outil d'aide à la décision Tunisie.

1. 1 Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 43 av. C. Nicolle, Tunis

2. Commissariat Régional au Développement Agricole, Kairouan, Tunisie

\* : corresponding author : chaker.aouadi@gmail.com

## EFFECTS OF SALINE WATER IRRIGATION ON SOME PHYSIC-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A SANDY SOIL IN ARID REGION IN TUNISIA

Ch. Ben Ahmed<sup>1,2</sup>, B. Ben Rouina<sup>1</sup> & M. Boukhris<sup>2,\*</sup>

The shortage of water resources of good water quality is becoming an issue in the arid and semi arid regions. For this reason, the use of water resources of marginal quality such as saline groundwater has become an important consideration, particularly in arid region in Tunisia, where large quantities of saline water are used for irrigation. Nevertheless, the use of these waters in irrigated lands requires the control of soil salinity.

The aim of this study was to investigate the effects of saline water used for irrigation on some soil physico-chemical characteristics.

The study was carried out in the experimental site of the Olive Tree Institute of Sfax, Tunisia. Two olive orchards were subjected over two successive crop seasons (2004 - 2006) to two drip irrigated treatments: control field irrigated with fresh water (CF,  $E_{c_e} = 1.2 \text{ dS m}^{-1}$ ) and salt field irrigated with saline water (SF,  $E_{c_e} = 7.5 \text{ dS m}^{-1}$ ). The controlled parameters were soil moisture,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , N,  $\text{CaCO}_3$ , organic matter, pH, Sodium Absorption Ratio (SAR),  $E_{c_e}$ ,

exchangeable Sodium Percentage (ESP) and soil texture. Soil samples were taken from the surface until a depth of 1.2 m with a layer of 0.3 m. For the  $E_{c_e}$ , it was determined also at different distance (0, 0.3 and 0.6 m) from the irrigation source.

The long term saline water irrigation has induced the accumulation of salt ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$ ) in SF at higher levels than that at CF. The soil salinity distribution ( $E_{c_e}$ ) showed that the highest levels of soil salinity, accompanied with the lowest levels of soil moisture, were recorded during summer season. The rainfall occurring during autumn and winter maintain the salts leaching and thus low salinity values, in comparison to summer season. The horizontal distribution of soil salinity showed that the more moist layers (root zone) have low level of soil salinity. Despite, the increase of salt ions contents in SF orchard, the drip irrigation system has allowed the upholding of a stable soil structure (sandy) and the soil permeability was not too damaged.

## DERIVED CROP COEFFICIENT FOR WINTER WHEAT USING DIFFERENT REFERENCE EVPOTRANSPIRATION METHODS

S. Er-Raki<sup>3,4</sup>, A. Chehbouni<sup>4,5</sup>, J. Ezzahar<sup>3,4</sup>, S. Khabba<sup>3</sup>, L. Hanich<sup>6</sup>

This study reports the results of using three empirical methods (Makkink, Priestley-Taylor and Hargreaves) for estimating the reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) and thus the crop coefficient (Kc) of the wheat in semi-arid region. The Penman-Monteith equation, standardized by the Food and Agriculture Organization (FAO-PM), is used to evaluate the tree empirical method. The obtained results showed that the values of (Kc) derived from these methods underestimate those recommended by FAO-PM in the sunny season, while a good correspondence was found in the cloudy season.

When compared against the FAO-PM, the Hargreaves method revealed a close Kc at the three growing stages.

We found, that driving crop water requirement (ET) from three empirical methods by using their original values, showed that the Hargreaves method estimates correctly ET. In the contrary, the Priestley Taylor and Makkink methods underestimate the ET by about 20 and 18% in comparison with that estimated by FAO-PM after adjustment of the Priestley Taylor and Makkink equations, the underestimate of ET was reduced to 9% and 4% respectively, which led to an improvement of 55% and 76% of the obtained values without adjustment

**Keywords :** Crop coefficient, Crop water requirement, Empirical method, Reference evapotranspiration, Semi-arid.

1. Department of Life Sciences, Faculty of Sciences of Sfax, Tunisia.

2. Laboratory of Oleo Culture Productivity, Olive Tree Institute of Sfax, Tunisia.

\*. Presenting author: Pr Makki Boukhris - E-mail: makki.boukhris@yahoo.fr / benahmed.c@gmail.com

3. PSSM- Faculté des Sciences Semlalia Marrakech- Maroc

4. IRD – Institut de Recherche pour le développement – France

5. CESBIO – Centre d'études spatiales de la Biosphère, Toulouse, France

6. FST Gueliz – Faculté des Sciences Techniques, Marrakech- Maroc

Corresponding authors and current address : Projet Sud Med – Centre Geber salle 26 - Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad BP. 2390 - Semlalia Marrakech- Maroc

Thème 2 Aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau

ETUDE DE TRAITEMENT DE L'EAU (ENTARTRAGE, CORROSION ) PAR ELECTROLYSE GALVANIQUE

R. Benchekroune<sup>1</sup>, M. Chafi<sup>1</sup>, A.Lamsaddek<sup>1</sup> et M. Tahiri<sup>2</sup>

La qualité d'une eau est évaluée grâce à la détermination de plusieurs paramètres, de leurs natures et de leurs quantités dissoutes.

Le traitement de l'eau en utilisant un nouveau système basé sur l'électrolyse galvanique a pu révéler des performances prometteuses quant à la diminution des paramètres physico-chimiques indicateurs de la pollution de l'eau.

En effet ce système agit grâce à la cellule électrolytique formée par le zinc et le corps de l'unité qui permet d'assurer un tension de 1V au sein de ce réacteur. Il agit également par l'écoulement tourbillonnaire qu'il favorise par ses canaux et ses chambres de turbulence.

L'application de ce système pour le traitement de l'eau de puits de l'Ecole Supérieure de Technologie de Casablanca a fait diminuer la dureté calcique de 20 à 30 %.

EFFET DE L'AMALGAME DENTAIRE SUR L'ENVIRONNEMENT ET CONSÉQUENCES SUR LA SANTÉ

Dr. S. Chala<sup>3</sup> & Pr. F. Abdellaoui<sup>3</sup>

L'amalgame dentaire est un matériau de restauration composé d'un alliage métallique et du seul métal liquide à température ambiante qu'est le mercure.

L'usage de ce matériau dans la pratique quotidienne génère des déchets qui contiennent le mercure connu comme un produit dangereux pour la santé des individus mais aussi pour l'environnement.

Ces déchets posent donc un problème pour leur traitement. En effet, ils doivent bénéficier d'un traitement de collecte spécifique. Ce traitement doit inclure :

- Conditionnement et stockage
- Suivi des déchets
- Transport
- Elimination

Le non respect de ces règles expose à des risques en matière de santé publique

Le but de ce travail est de relater le risque lié à ces déchets et d'émettre des propositions pour minimiser ces risques.

1. Ecole Supérieure de Technologie, km 7, Route El Jadida, B.P. 8012 oasis, Casablanca

2. Faculté des Sciences, km 9, Route El Jadida, B.P. 5366 Maârif, 20100 Casablanca

3. Faculté de médecine dentaire de Rabat, Maroc • Dr\_chala@yahoo.fr

## L'EFFET IN VITRO, DU CALCIUM ET DU MAGNESIUM DANS LES EAUX DE BOISSON, SUR LA CRISTALLISATION OXALOCALCIQUE

A.Lamsaddek<sup>1</sup>, M. Chafi<sup>1</sup>, R. Benchekroune<sup>1</sup>, M. Tahiri<sup>2</sup> & A.Oussama<sup>3</sup>

Le but de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de quelques eaux de boissons marocaines aussi bien de quelques villes (Casablanca, Tanger, ElHoussaima, Fes, Eljadida, Marrakech, Fkih ben salah et Khenifra) que minérales les plus disponibles (Sidi herazeme., Sidi ali, Ain sais, Bahia) et dont le coût est à la portée du consommateur marocain, sur la cristallisation de l'oxalate de calcium par turbidimétrie et de lier l'effet inhibiteur de ces inhibiteurs à leurs compositions.

La solution sursaturée en oxalate de calcium, a été préparée à partir de solutions de chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>) et d'oxalate de sodium (C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>). L'incidence de l'eau de boisson sur la cristallisation de l'oxalate de calcium est calculée sous forme du % appelé taux d'inhibition.

Les résultats expérimentaux montrent que toutes les eaux testées ralentissent d'une manière remarquable la cristallisation de l'oxalate de calcium.

En effet, les eaux faiblement calciques possèdent un grand pouvoir inhibiteur sur la cristallisation oxalocalcique; elle retarde la croissance des cristaux d'oxalate de calcium puisque le temps d'induction devient supérieure à celui en absence d'eau de boisson. En revanche, les eaux fortement magnésiennes jouent un rôle d'inhibiteur car le magnésien se combine à l'oxalate en compétition avec le calcium.

Ainsi, cette étude montre clairement que les eaux de boisson ont un effet préventif sur le risque de cristallisation de l'oxalate de calcium, principal constituant lithiasique.

## CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET MÉTALLIQUE DES SÉDIMENTS DE LA DÉCHARGE PUBLIQUE DE LA VILLE DE FÈS MAROC

\* E. Derwich<sup>4</sup>, Z. Benziane<sup>5</sup> L. Benaabidate<sup>6</sup> & A. Lahrach<sup>6</sup>

Durant ces dernières décennies, les décharges publiques ont causé beaucoup de problèmes à l'environnement. La production des déchets solides domestiques et industriels, continue d'augmenter dans le monde entier. Le versement incontrôlé de déchets urbains dans des décharges à ciel ouvert est l'une des causes principales de la contamination des eaux souterraines et surface, dont les conséquences sont néfastes pour l'environnement et la santé des populations. L'objet de ce travail, est d'étudier l'impact des lixiviats de la décharge publique de Fès sur la qualité et la composition des sédiments. La décharge de la ville de Fès est située à proximité d'Oued Sebou et devenue actuellement un exutoire dans lequel sont déversés, sans aucun traitement préalable, les déchets domestiques et industriels de la ville de Fès et des quartiers avoisinants. Afin d'évaluer l'impact des lixiviats provenant des déchets solides, sur la qualité physico-chimique et métallique des sédiments, des prélèvements biannuels (saison d'hiver et été) ont été effectués au niveau des sédiments situés à différents endroits de la décharge et à différentes profondeurs (0-10m, 10-20m et 20-40m).

Plusieurs paramètres physico-chimiques et métalliques ont été suivis sur les sédiments prélevés: pH, Conductivité, Phosphores, Chrome, Zinc, Cuivre, Plomb et Cadmium. Les résultats obtenus montrent que les sédiments étudiés sont caractérisés par une valeur moyenne de pH (7,29), neutre à légèrement alcalin, une Conductivité moyenne de l'ordre de 2546,55  $\mu$ S/cm et des concentrations moyennes élevées en phosphores (2010,15  $\mu$ g/g), Chrome (1142,89  $\mu$ g/g), Zinc (758,25  $\mu$ g/g), Cuivre (487,45  $\mu$ g/g), Plomb (825,90  $\mu$ g/g) et Cadmium (758,46  $\mu$ g/g). Ces concentrations moyennes élevées en métaux lourds enregistrées dans les sédiments, sont dues principalement aux déchets domestiques et industriels chargés en éléments métalliques. L'impact de cette contamination est plus ressenti au niveau des sédiments superficiels de profondeurs (0-10m). La remobilisation de ces métaux lourds, peut constituer un risque de contamination des eaux de surface et souterraines.

**Mots-clés:** Sédiments, décharge publique, physico-chimie, métaux lourds.

1. Ecole Supérieure de Technologie, Km7, Route d'eljadida, P.B. 8012 Oasis- Casa., Maroc

2. Laboratoire d'Electrochimie et Chimie de l'Environnement. Faculté des Sciences; Ain Chock, P.B. 5366, Maârif- Casa, Maroc

3. Laboratoire de Spectrochimie Appliquée et d'urolithiase d'Environnement, Faculté des sciences et techniques, Université CADI-AYYAD, Beni-Mellal Maroc

4. Centre Universitaire Régional d'Interface, USMBA, Fès • \* E-mail: elhoussinederwich@yahoo.fr

5. Laboratoire Energie, Ressources Naturelles et Modélisation, Faculté des Sciences, Fès

6. Laboratoire de Géoressources et Environnement, FST, Fès

## ETUDE DE LA CONTAMINATION PAR LES HYDROCARBURES ET MÉTAUX LOURDS DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS D'OUED SEBOU - MAROC-

E. Derwich<sup>1</sup>, Z. Benziane<sup>2</sup>, L. Benaabidate<sup>3</sup> & D Belghyti<sup>4</sup>

Dans le but d'évaluer le degré de pollution des sédiments superficiels d'oued Sebou (région de Fès), par les hydrocarbures et métaux lourds, des prélèvements ont été réalisés au niveau des sédiments superficiels, situés en aval des rejets de la ville de Fès. Sur l'ensemble des échantillons, les hydrocarbures (aliphatiques et aromatiques) et métaux lourds (Cr, Zn, Pb, Cu et Cd) ont été dosés par Chromatographie en Phase Gazeuse Couplée à la Spectrométrie de Masse (CPG/MS) et Spectrométrie d'Emission Atomique avec Plasma à Couplage Inductifs (ICP-AES) respectivement. L'extraction des hydrocarbures a été effectuée par micro-ondes dans un mélange constitué de 35 ml de CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> et 5ml de CH<sub>3</sub>OH, alors que celle des métaux lourds a été réalisée par minéralisation chimique des sédiments par HNO<sub>3</sub>. Les objectifs, de notre étude sont, d'une part, d'évaluer les niveaux de contamination des sédiments par les hydrocarbures (aliphatiques et aromatiques) et métaux lourds, et d'autre part, de déterminer l'origine de ces contaminations.

Les résultats des différentes analyses effectuées au niveau des sédiments, ont montré la présence des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques avec des concentrations de l'ordre de 65,24µg/g et 19,56µg/g de

matières sèches respectivement, ainsi qu'une contamination métallique par le Cr, Zn, Cu et Pb, dont les teneurs sont de l'ordre de 940,50µg/g, 457,25µg/g, 147,25µg/g et 545,50µg/g respectivement. La détection dans des sédiments superficiels situés en aval de la confluence de l'oued Fès et Sebou des hydrocarbures ((aliphatiques et aromatiques) et métaux lourds, est due principalement au déversement des rejets urbains et industriels de la ville de Fès. Ces déversements ont des impacts très négatifs sur les milieux récepteurs : désoxygénation du milieu due aux apports des matières organiques et effets toxiques produits par les micropolluants organiques (hydrocarbures, produits phytosanitaires, etc.) et minéraux (métaux lourds) dont la source provient principalement des trafics automobile, industries, etc.).

Pour une bonne préservation du milieu récepteur, des interventions s'imposent pour remédier à ce problème environnemental par l'installation d'une station de traitement des eaux usées de la ville de Fès avant leurs rejets dans l'oued Sebou.

Mots-clés : Hydrocarbures, métaux lourds, pollution, sédiments, oued Sebou, Fès, Maroc

## INCIDENCE DES RESERVOIRS SUR LA QUALITE DE L'EAU

M. S. Benhafid<sup>(a)</sup> ; A. Ayadi<sup>(b)</sup>; M. Hassane<sup>(c)5</sup>

La qualité de l'eau de consommation est un facteur important pour la santé publique. La réglementation définit les critères de potabilité de l'eau fournie par toute la chaîne de distribution d'eau potable.

Maillon important de cette chaîne, le réservoir est le point faible puisqu'il est le seul ouvrage à mettre l'eau en contact avec l'atmosphère. Sa construction doit faire l'objet d'un soin particulier pour éviter toute dégradation de la qualité de l'eau. Une pollution à ce niveau aurait des conséquences désastreuses étant donné le nombre de personnes desservies par les réseaux de distribution.

Dans le souci de maintenir la qualité de l'eau véhiculée depuis son captage jusqu'à sa distribution aux abonnés, il est indispensable d'élever des barrières de protection sanitaire pour ne pas porter atteinte à la santé des consommateurs. Nous considérons que toute eau polluée qui devient dangereuse pour la santé publique est considérée aussi comme perdue est donc un manque à gagner pour l'entreprise. Ces barrières de protection sanitaires qu'il faut imposer aident à mieux protéger et exploiter la ressource en eau potable.

Le but de cette communication est de définir les règles visant à réduire les risques de pollution dans les réservoirs d'eau potable.

1. Centre Universitaire Régional d'Interface, USMBA, Fès • \* E-mail: elhoussinederwich@yahoo.fr

2. Laboratoire Energie, Ressources Naturelles et Modélisation, Faculté des Sciences, Fès

3. Laboratoire de Géoresources et Environnement, FST, Fès

4. Laboratoire de Santé et Environnement, Faculté des Sciences, Kenitra, Maroc

5. Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida • BP 31 Blida 09000 - Algérie

Tél : 00-213-25-39-94-47 Fax : 00-212-25-39-94-46

E-mail : (a) mbenhafid@ensh.dz; (b) ayadiabder@ensh.dz; (c) mhassane@ensh.dz

## GPS-X : OUTIL DE CONTRÔLE POUR LES STATIONS D'ÉPURATION : CAS STEP DE SOUK-AHRAS (ALGERIE)

S. Dairi<sup>1</sup>, D. Mrad<sup>1</sup>, F. Rouaibia<sup>1</sup>, Y. Djebbar<sup>1</sup>, H. Abida<sup>2</sup>

Dans le but de respecter les dispositions de la loi de l'eau, de mieux gérer les investissements publics, assurer une production des eaux épurées à des fins agricoles, et afin d'aider les opérateurs à mieux opérer les stations d'épuration des eaux usées (STEP) l'outil informatique de modélisation est devenu indispensable. Ce dernier est nécessaire pour la connaissance des mécanismes épuratoires de la STEP. Cette recherche, munie du logiciel GPS-X, vise à réaliser des simulations biologiques et hydrauliques des différents processus de la STEP de Souk-Ahras afin d'obtenir une solution optimale du point de vue performances épuratoires et offrir des éléments indispensables pour permettre aux responsables des collectivités de mieux fonder scientifiquement et techniquement leur gestion des stations d'épuration.

L'évolution au cours du temps (temps sec et temps de pluie) de la nature et des flux de pollution en entrée des stations d'épuration est généralement mesurée grâce aux paramètres classiques DCO totale, DBO5, MES, N, etc. Le modèle GPS-X est utilisé dans cette recherche pour essayer de mieux comprendre l'influence de ces

variations (quantitatives mais aussi qualitatives) sur les performances de la STEP. On a utilisé le modèle ASM1 de l'IWQ en y introduisant des modifications rendues nécessaire vu la nature des données mises à notre disposition. Dans cette approche, la pollution carbonée est abordée notamment, par une décomposition du substrat en plusieurs fractions selon les différentes réactions avec les microorganismes (fractions rapidement ou lentement biodégradable, fractions réfractaires ou inertes...).

Le calage du modèle a été effectué en utilisant la banque de donnée de la STEP. Le modèle callé et vérifié est utilisé ensuite pour l'optimisation de la STEP. Les résultats du calage, validation, et vérification sont présentés dans cette communication. Le modèle obtenu qui reproduit bien le traitement biologique de la STEP est ensuite utilisé pour identifier les bottlenecks de la STEP.

**Mots clé :** eau usée, boue activée, modélisation, ASM1, IWQ, simulation, GPS-X.

## THE USE OF NON CONVENTIONAL WATER (SALINE WATER) FOR OLIVE TREE IRRIGATION: A DEPOSIT FOR THE FUTURE

Ch. Ben Ahmed<sup>3,4</sup>, M. Boukhris<sup>3\*</sup> & Bechir Ben Rouina<sup>4</sup>

The limited water availability in the Mediterranean ecosystems especially in arid and semi arid regions, and the current decrease of water resources are leading to the urgent need to better manage water use for irrigation. In Tunisia, due to its socio - economic importance, olive cultivation is continuously being extended to irrigated lands. However, the increased need for good water quality for urban use restricts the use of fresh water for irrigation. So, large quantities of saline water are used for olive tree irrigation, since olive is considered as moderately tolerant to salinity. The effect of long - term of irrigation with saline water on olive tree was investigated. Fifteen - year - old olive trees were subjected to two drip irrigated treatments. The first is fresh water (Control Plants, CP); and the second is salt water (Stressed Plants, SP). The responses of olive tree were assessed via the photosynthetic performances activities, the distribution of salt ions and the accumulation of osmolytes compounds. During the intense vegetative growth phase, the photosynthetic activity of salt - stressed plants was reduced by 50%, if

compared to that of control ones. Stressed plants tend to accumulate Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in roots and to a lower extend in their leaves, in order to protect aerial parts to accomplish their activity. Salt ions content in roots reached 0.8 and 0.6% for Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions, respectively. Added to salt exclusion mechanism, olive trees subjected to salt stress, develop an osmotic adjustment mechanism via the accumulation of metabolic compounds. In stressed plants, proline and soluble sugars contents were accumulated at more than 2 times higher than the amounts recorded in control plants. Salt exclusion and osmotic adjustments seem to be the most important mechanisms developed by the olive tree in response to salt stress. These mechanisms are adapted by salt - stressed plants in order to maintain its tissues hydration. Furthermore, the absence of toxicity symptoms, after a long-period of salt water irrigation, will be of great benefit in order to manage the water quality use for such crops especially in arid regions characterized by limited water resources.

1. Centre universitaire de Souk Ahras; [daira\\_sabri@hotmail.fr](mailto:daira_sabri@hotmail.fr)

2. Université de Sfax, Sfax, Tunisie ; [habib\\_abida@voila.fr](mailto:habib_abida@voila.fr)

3. Department of Life Sciences, Faculty of Sciences of Sfax, Tunisia.

4. Laboratory of Oleo Culture Productivity, Olive Tree Institute of Sfax, Tunisia.

\*Presenting author: Pr. Makki Boukhris • E-mail: [makki.boukhris@yahoo.fr](mailto:makki.boukhris@yahoo.fr) / [benahmed.c@gmail.com](mailto:benahmed.c@gmail.com)

**GESTION DES RISQUES DE POLLUTION ORGANIQUE PERSISTANTE  
DE QUELQUES SOLS ALGERIENS PAR LES HAPs  
(HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES)**

**M. Djellouli<sup>1</sup>, V.Esposito<sup>2</sup>, S.Taleb<sup>1\*</sup>, A.Benghalem<sup>1</sup>, & P.Tundo<sup>2</sup>**

Nombreuses sont les substances chimiques polluantes, d'impacts sanitaires très graves, retrouvées dans l'environnement. Parmi elles, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) constituent une classe de 16 composés cycliques condensés bien complexe, retenue comme polluants « prioritaires » par l'Agence Environnementale Américaine (US-EPA).

Les HAPs sont formés lors de la pyrolyse ou la combustion incomplète de matières organiques provenant de l'incinération des déchets, la combustion du bois, du charbon ou des ordures ménagères mais aussi du fonctionnement des moteurs à essence ou des moteurs diesels. Bien que la majorité des HAP soit émise dans l'atmosphère, le sol et les sédiments constituent le principal point de site environnemental de ces polluants dus à leur affinité hydrophobe. En effet, Wild et Jones estiment que 90 % des HAP émis dans l'environnement sont stockés dans les sols.

Etant donné la persistance de ces composés dans le sol et leur toxicité considérable à de très faibles concentrations, il est indispensable de les détecter à des seuils très bas (au moins jusqu'au pg/g) et de les quantifier avec précision et fiabilité par la technique Chromatographie en phase Gazeuse couplée à la Spectroscopie de Masse.

A ce titre, dans une perspective de la gestion durable des ressources naturelles comme les eaux et les sols, l'objectif de notre étude est d'évaluer la quantité des HAPs contenus dans différents échantillons de sol à proximité d'une zone industrielle et éloignés de celle-ci (sol agricole, sol urbain) prélevés dans le Nord Ouest Algérien et de mesurer éventuellement l'ampleur de cette pollution et sa répartition .

Nos résultats préliminaires montrent que les échantillons des sols analysés sont fortement contaminés. Ils présentent des concentrations élevées en benzo[a]pyrène: molécule de référence des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

En effet, l'Hazardous Substances Data Bank (HSDB) publie une valeur de concentration ubiquitaire d'environ 2.103ng/Kg. Les concentrations expérimentales obtenues varient entre 506,4848. 103 et 2, 189. 103 ng/kg.

Devant l'importance des risques sanitaires rencontrés, il est nécessaire de fixer des objectifs de réduction des émissions de ces polluants dans l'intérêt d'un environnement durable.

Mots clefs : HAP, CG/ SM, sol contaminé, environnement, impacts sanitaires

1. *Laboratory of Materials & Catalysis, Faculty of Sciences, D. Liabès's University, Site 1, BP 89, 22000 Sidi Bel Abbès, Algeria.* • safiatal@yahoo.fr

2. *Interuniversity Consortium Chemistry for Environment, INCA, Italy.*

## UTILISATION DES SIG COMME OUTIL D'AIDE A LA PRISE DE DECISION DANS LA GESTION DES BASSINS VERSANTS (CAS DE LA REGION DE SOUK-AHRAS, ALGERIE)

A.S. Araibia<sup>1</sup>, M.Chabi<sup>2</sup>, Y. Djebbar<sup>3</sup>

Systèmes d'information géographique ou SIG, fournir un moyen de mettre au point, de stocker, d'analyser et de visualiser l'espace de données distribuées. Les données à référence spatiale mais sous la forme de couches cartographiques numérisées montrant l'élévation ou les sols, ou des données de production de modèles environnementaux.

L'une des grandes difficultés que rencontrent les services techniques dans la gestion et l'exploitation spatiotemporelle des infrastructures d'eau, nécessitent la mise en place d'une nouvelle dynamique de gestion basée sur des dispositifs adéquats, structurés et planifiés.

L'utilisation des SIG comme outil de prédiction et d'aide a la prise de décision sont incontournable vue leurs capacités de maniabilités et de mise en évidence graphique des données et/ou des résultats.

le modèle SWAT sous ArcView (Soil and Water Assessment Tool) développé par the Agricultural Research Service and Texas A&M University et d'autres a pris beaucoup d'importance ces dernières années. Il a

donné des validations satisfaisantes sur différents types de bassins versants (en terme de surface, géologie, couverture végétal...etc.) dans le monde

Ce travail de recherche a pour but de présenter la mise en place d'un SIG d'Aide a la Décision pour la région de Souk-Ahras en utilisant le modèle SWAT. Ce modèle permet d'Acquérir une connaissance descriptive fiable du bassin versant, Géo-localiser les différents ouvrages et ouvrages annexes hydrauliques, Cartographier et analyser géographiquement les données du bassin versant, Disposer d'un véritable système d'aide a la décision pour gérer les réseaux hydrographiques, tels que l'implantation de différents nouveaux ouvrages, les travaux d'intervention, les politiques de priorités, Générer des rapports, des fiches techniques, des statistiques et des plans a des échelles voulues, Délimiter dynamiquement des zones géographiques en secteurs et sous secteurs...etc.

**Mots Clés:** SIG, DEM, Bassin Versant, hydrologie, HRU, SWAT, région de Souk-Ahras.

## TRANSFERT DE SEDIMENTS PAR EROSION DIFFUSE SUR DES SOLS AGRICOLES

Dr. D. Saidi<sup>4</sup>

The aim of this study is to examine the consequences of interrill erosion processes dynamic - i.e. aggregate breakdown, detachment, transport and deposition – on eroded sediment characteristics while focusing on soil factor. The sediment characteristics studied here are size distribution and organic matter content. The methodology is based on rainfall simulations and aggregate stability measurements. A wide range of soils with various size distributions and organic matter contents have been tested in small plots of 0.25 m<sup>2</sup> with a 5 % slope and a 30 mm.h<sup>-1</sup> rainfall intensity. For each experiment, runoff volume, sediment discharge, organic matter content, aggregate and primary particle size distributions are measured. First results on clay soil show a temporal evolution of the aggregate size distribution and a main part of aggregates transported less than 500 μm sizes

L'érosion hydrique des sols est un phénomène de déplacement de matériaux à la surface du sol sous l'action de l'eau. Il résulte de l'interaction des processus:

- de désagrégation des agrégats et des mottes de terres,
- de détachement des particules,
- de transport et de dépôt.

Les phénomènes érosifs hydriques sont regroupés en deux catégories : l'érosion diffuse et l'érosion linéaire. La première est liée à l'action d'un ruissellement en nappe et la seconde à un ruissellement concentré.

Dans les plaines du nord-ouest de l'Europe, malgré un climat peu agressif et une topographie aux pentes douces, l'érosion diffuse des sols cultivés est de plus en

1. Centre Universitaire de Souk-Ahras, Souk Ahras, Algerie • as.araibia@gmail.com

2. Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algerie • chabi.moncef@yahoo.fr

3. Laboratoire de recherche scientifique InfraRes - Centre Universitaire de Souk-Ahras, Souk Ahras, Algerie  
Ydjebbar@Yahoo.com

4. Université Hassiba BENBOUALI de Chlef, Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques  
BP 151, Chlef – (02000) Chlef Algérie - Tel/Fax: 00.213.27.72.10.65  
djamal\_saidi@yahoo.fr

plus préoccupante en partie à cause de l'intensification de l'agriculture. Plus précisément, dans ces milieux, la formation du ruissellement est due à des processus de dégradation de la structure de surface du sol. En effet, sous l'action de l'humidité et de l'impact des gouttes de pluie, les mottes et les agrégats de la surface du sol se disloquent. Les particules ainsi libérées se réarrangent en formant une croûte superficielle présentant de faibles porosité et perméabilité ce qui limite l'infiltration. La notion de stabilité structurale correspond à la sensibilité des sols à ces processus de désagrégation par l'action de l'eau.

L'objectif de cette étude est d'examiner l'impact des différents processus de l'érosion diffuse - désagrégation, détachement, transport et dépôt - sur les caractéristiques des sédiments mobilisés par ce phénomène, tout en se focalisant sur le facteur sol.

En effet, les caractéristiques des sédiments et de l'érosion sont fortement liées aux propriétés du sol. Dans ce travail, la notion de stabilité structurale est utilisée comme paramètre global qui recouvre l'ensemble des propriétés du sol agissant sur les phénomènes érosifs.

Ainsi cette étude est basée sur des mesures de stabilité structurale et des simulations de pluie à l'échelle du m<sub>2</sub> couplées à un suivi de l'évolution de l'état de surface du sol.

Vingt sols cultivés français différents ont été sélectionnés afin de couvrir une large gamme de comportements face à l'érosion. La texture des sols retenus va de sableuse à argileuse en passant par un pôle limoneux. La majorité des sols a une texture de limon moyen. La teneur en matière organique est comprise entre moins de 2 et plus de 6 g/100 g.

Les tests de stabilité structurale ont été effectués selon la méthode de Le Bissonnais (1996). Ils permettent de caractériser le comportement de désagrégation du sol initial.

Les simulations de pluie ont été réalisées sur les matériaux pédologiques séchés à l'air, dans des petits bacs de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 ¥ 0,5 m) avec une pente de 5 %. L'intensité de la pluie est environ de 30 mm.h<sup>-1</sup>.

Pour chaque expérimentation, le volume ruisselé et la charge en sédiment sont mesurés. Trois séries d'échantillons de sédiments sont collectées à pas de temps réguliers :

- une première série pour mesurer la granulométrie des sédiments agrégés présents dans les eaux de ruissellement,
- une autre pour la granulométrie élémentaire des sédiments après dispersion chimique,
- une dernière pour déterminer la teneur en matière organique.

La granulométrie des sédiments agrégés et la granulométrie élémentaire ont été mesurées à l'aide d'un granulomètre laser.

Les résultats des tests de stabilité structurale sont reliés aux paramètres qui caractérisent les processus de l'érosion à savoir le temps de démarrage du ruissellement, le coefficient de ruissellement, la charge solide et la granulométrie des sédiments. Les premiers résultats obtenus pour un sol argileux montrent que la majorité des agrégats transportés par le ruissellement sont de taille inférieure à 500 µm. Ils montrent aussi une évolution temporelle de la taille des sédiments agrégés.

**POLLUTION DES EAUX PAR LES PESTICIDES ET LES POLLUANTS ORGANIQUES  
(ANALYSES QUALITATIVES – PHENOMENES D'EPURATION)**

**K. Djelloul Mokrani<sup>1</sup>, S. Amilmokhnache<sup>1</sup>, D. Messadi<sup>1</sup>**

La pollution par les pesticides et des polluants organiques, est principalement perçue au travers de leur présence dans les eaux et dans les denrées alimentaires. Cependant, beaucoup de polluants transitent par les sols ou leur comportement va conditionner la manifestation de leur caractère polluant. La rétention de leur impact environnemental nécessite de comprendre le processus de rétention et stabilisation, ceux de transformation, ainsi que les phénomènes de transfert. Le mécanisme de détoxification des sols, basé de leur pouvoir épurateur, repose sur l'aptitude des microorganismes des sols à dégrader les polluants sous forme de résidus non extractibles appelés couramment « résidus liés » c'est ainsi que dans certains cas, l'épuration est due au stockage des polluants ce qui à court terme est efficace pour sauvegarder, par exemple, les ressources en eau ; mais des interrogations restent posées sur l'éventuelle

libération ainsi stockés et les conséquences de leur accumulation à long terme. En ce qui concerne les pesticides, on cherche à maintenir un optimum, d'efficacité tout en réduisant leur impact sur l'environnement en modifiant les pratiques culturales (en vue par exemple de réduire les intrants, de favoriser la rétention des pesticides ou de limiter le déclenchement du ruissellement), en proposant des aménagements, mettant en valeur des zones tampon servant des filtres curatifs, des pollutions, et en optimisant des techniques d'application (applications ponctuelles, traitement des semences, utilisation des nouveaux pesticides efficaces à faibles doses).

**Mots clés :** Pollution des sols – pesticides – épuration – le processus de rétention et stabilisation

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES A L'AMONT  
DU BARRAGE DE HAMMAM BOUGHRARA-TLEMEN (NORD-OUEST ALGÉRIEN)**

**S.Guettaia<sup>2</sup> ; A.Boudjema<sup>2</sup>; K. Baba Hamed<sup>2</sup>; A.Bouani<sup>2</sup>**

En Algérie, l'industrie est dans l'ensemble relativement jeune, la pollution industrielle est une question très mal connue qui s'accompagne d'une atteinte grave à l'environnement et entre outre, à la qualité des eaux de surface. En réalité, souvent les sites d'implantation des usines ont été mal choisis et posent actuellement des problèmes graves par leurs effluents liquides déversés dans les cours d'eau, sans épuration, ni traitements préalables (absence de l'installation ou installation en mauvais état).

Pour exemple, la ville de Maghnia, qui a connu un développement industriel, représente une source de pollution; à cette pollution industrielle, s'ajoute celle des eaux usées d'origine urbaine. Ces deux sources de pollution affectent négativement le réseau hydrographique du bassin versant du barrage de Hammam Boughrara, ce barrage, d'une capacité de 177 millions m<sup>3</sup>, est appelé à assurer l'alimentation en eau potable des villes, de Maghnia, d'Ain Témouchent et d'Oran. Il doit aussi répondre aux besoins d'irrigation des terres dans le bassin de la Tafna.

Par ce travail, nous avons voulu apporter notre contribution pour la connaissance, le diagnostic et

l'appréciation de la qualité des eaux du barrage de Hammam Boughrara et l'ensemble du réseau hydrographique à l'amont de ce barrage dont la mise en eau est tout à fait récente. Cette ressource, si importante, semble néanmoins, être très fragile de point de vu qualité.

Les observations et les analyses ont porté essentiellement sur les oueds, Mouillah amont et aval, Ouerdefou, Abbès, Tafna (tronçon du barrage de Béni-Bahdel au barrage de Hammam Boughrara) ainsi que les rejets finaux des unités industrielles de la ville de Maghnia.

L'aperçu global sur les principaux paramètres de pollution, a permis d'identifier une «pollution organique accentuée». Le barrage de Hammam Boughrara est à grand risque de pollution d'où l'impérieuse nécessité de sa surveillance continue et de mesures sévères et inaltérables envers toutes les sources de pollution.

**Mots clés:** Pollution - Maghnia - Oujda - Barrage de Hammam Boughrara – gestion.

1. Laboratoire de Sécurité Environnementale et Alimentaire - Email : mokrani\_karima04@yahoo.fr

2. Département des Sciences de la terre, Faculté des Sciences, Université AbouBakr Belkaïd, BP 119, Tlemcen, Algérie.  
E-mail: sabguettaia@yahoo.fr

## AIDE AU CHOIX D'UN SYSTEME D'AERATION POUR L'EPURATION DES EAUX USEES DE LA VILLE DE SOUK-AHRAS, ALGERIE

M. Chabi<sup>1</sup>, Y. Hammar<sup>2</sup>, AS. Araibia<sup>3</sup>

Le déversement des eaux usées urbaines dans les cours d'eau nuit à l'environnement aquatique de sorte que les eaux usées urbaines doivent être traitées avant leur rejet dans le milieu récepteur. Le procédé d'épuration par boues activées consiste à favoriser le développement de microorganismes agglomérés sous forme de floccs maintenus en suspension (culture libre) dans un bassin dite bassin d'aération. Ce dernier est l'élément clé d'une station d'épuration par boues activées. Au sein de cet ouvrage doivent être des systèmes d'aération pour assurés la couverture des besoins en oxygène liés à la dégradation bactérienne aérobie de la matière organique.

Après une longue visite des différentes Stations d'épuration à boues activées existantes et fonctionnelles au niveau du territoire Algérien, nous avons fait un bilan que toutes les stations d'épuration réalisée jusqu'à ce jour ont un système d'aération mécanique à savoir les aérateurs de surface. Ce poste représente, dans une installation à boues activées, 60 à 80 % de la dépense énergétique totale de fonctionnement. Les performances biologiques des systèmes d'aération à boues activées sont intimement liées aux conditions d'échange entre le substrat, la biomasse active et l'oxygène fourni au milieu. Une conception rigoureuse du bassin d'aération, au travers des installations de brassage et

d'aération notamment, est donc primordiale. Un brassage de bonne qualité permet d'homogénéiser la boue dans le réacteur, d'éviter les dépôts et donc de limiter le risque de développement d'organismes filamenteux. Ces derniers influeraient de façon négative sur la qualité de l'effluent traité (problèmes de décantation dans le clarificateur) ainsi que sur la qualité mécanique des boues biologiques. Il assure également un mélange efficace des différents fluides (effluent à traiter, boues recirculées, liqueur mixte).

Pour ce la nous avons appliqué des différentes opérations sur une commune du l'Est d'Algérie qui s'appelle Souk-Ahras, épurant ces eaux usées domestiques dans une station à boues activées utilise un aérateur de surface. Ces opérations de brassage et d'aération doivent être réalisées au moindre coût énergétique. En ce sens, la connaissance des performances des différents systèmes d'aération est un moyen pour répondre à cet impératif économique.

**Mots Clés:** épuration par boues activées, bassin d'aération, oxygénation, aérateurs de surface, dépense énergétique, brassage, moindre coût énergétique, impératif économique

## CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PERFORMANCES EPURATOIRES DES BASSINS DE LAGUNAGE DE LA STATION « EMIR ABDELKADER » WILAYA D'AIN TEMOUCHENT – ALGERIE

H. Bessam<sup>4</sup>

La préservation des ressources hydriques est l'un des problèmes majeurs qui pèse sur notre environnement.

Pour mieux préserver cette richesse, de nombreux pays procèdent à l'épuration des eaux usées ( domestiques ou industrielles), et à leur réutilisation.

La culture de l'épuration de l'eau en Algérie est très nouvelle, elle est caractérisée par l'office national d'assainissement (O.N.A), qui a été créé en 2001 sous tutelle du ministère des ressources en eau, et qui dirige plusieurs S.T.E.P. (station d'épuration et lagunage naturelle).

Pour mieux gérer l'épuration des eaux usées à travers l'Algérie, l'ONA a évolué sa prise en charge de 9 stations en 2003 à 55 en 2007.

Notre étude, comporte un ensemble d'analyses physico-chimiques et microbiologiques réalisées au niveau de la

station de lagunage de la commune El Emir Abdelkader. Ce travail a pour but de vérifier l'efficacité, le fonctionnement de la station et le procédé de lagunage. Les résultats révèlent un bon fonctionnement de la station. Les eaux épurées sont caractérisées:

- \* par une faible proportion d'éléments chimiques et fertilisants (P,NO<sub>2</sub>,NO<sub>3</sub>),
- \* par un faible taux de bactéries dans les eaux de rejet de la station, mais sans aucun risque; puisque ces bactéries seront dégradées par le zooplancton de l'oued Tafna. Le but de cette station est la protection et le contrôle des rejets des eaux dans l'Oued Tafna.

De nos jours, l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine est incontournable dans les pays africains, compte tenu de la rareté de la ressource en eau ..

1. Maître assistant à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Annaba, Algérie chabi.moncef@yahoo.fr

2. Maître de conférence à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Annaba, Algérie yachaze@yahoo.fr

3. Etudiant de Magister au Centre Universitaire-Souk Ahras, Souk Ahras, Algérie as.arabia@gmail.com

4. laboratoire « Eco-développement des espaces »

## ANALYSE DU CYCLE DE VIE COMME APPROCHE POUR LA GESTION DE L'UTILISATION ET DE LA POLLUTION DE L'EAU

Z. Kebbouche<sup>1</sup>, A.Tairi<sup>1</sup> & A. Cherifi<sup>1</sup>

**Les atteintes à l'environnement se sont amplifiées de manière constante au cours de ces dernières décennies: épuisement des ressources naturelles, destruction de la couche d'ozone, effet de serre, dégradation de la qualité de vie, occupation des sols...etc.**

La protection de l'environnement apparaît donc comme un des défis majeurs auxquels le monde est confronté.

Ce besoin de protéger l'environnement est lié à un constat fondamental : par sa capacité limitée d'absorber les effets de l'activité humaine, l'environnement pose une limite concrète au développement de la société humaine. Il est maintenant reconnu que l'environnement ne peut plus s'accommoder d'une charge environnementale toujours plus grande si nous voulons assurer aux générations suivantes des perspectives acceptables à long terme. C'est ainsi que le concept du développement durable est au premier plan de l'actualité.

En général, les entreprises ignorent les différents impacts de leurs produits et surtout ignorent ce qu'il advient de leurs produits en fin de vie.

La finalité de ce travail est de pouvoir mettre à la disposition de l'industriel une méthode d'éco conception, qui lui permettra d'intégrer la dimension écologique en amont des processus de fabrication : ce qui lui permettra à long terme de gérer l'utilisation des

matières premières (économie de matières), d'optimiser la quantité d'eau utilisée, d'optimiser la quantité de produit chimique dans les traitements de surface et de ce fait éviter et surtout minimiser la pollution de l'eau, l'économie de l'énergie et enfin la gestion des déchets au sein de son entreprise.

«Prévenir plutôt que guérir», «éviter une pollution plutôt que tenter de la capter ou d'en réparer les dommages» : si ces principes de bon sens ne peuvent susciter qu'une large adhésion, leur mise en œuvre pratique reste encore bien fragmentaire. Parmi les voies à explorer, une des plus prometteuses est sans conteste celle qui s'axe autour de la conception des produits. En effet, où mieux que durant la phase de conception, peut-on réduire à la source de futurs impacts sur l'environnement ? Quels choix, sinon ceux de conception, influent-ils le plus sur les caractéristiques environnementales des produits ?

Approche volontaire et positive de l'environnement, source d'innovation et de compétitivité, la prise en compte de l'environnement dès la phase de conception des biens - l'éco conception - peut représenter un facteur de valorisation pour l'entreprise dans son ensemble, comme pour chacun de ses acteurs ou partenaires.

**Mots clés:** éco conception, Analyse de cycle de vie, Simapro.

## A REMOTE SENSING BASED IRRIGATION PERFORMANCE ASSESSMENT: A CASE STUDY OF THE OFFICE DU NIGER IN MALI

S. J. Zwart<sup>2,3,\*</sup>, L. M.C. Leclert<sup>2</sup>

The irrigation performance of the Office du Niger in Mali, a large-scale rice based irrigation scheme, was analysed with the use of remote sensing technology. The major advantage of remote sensing derived data over fields measured data is that it provides system-wide spatially distributed information. Four irrigation performance indicators, entirely based on remote sensing, were applied at different organizational levels of the system. The SEBAL model was applied on high-resolution Landsat images to calculate rice production and water consumption spatially. These maps were used

to analyse the productivity of water, the uniformity and the equity at the level of the system, the five administrative zones and the casiers. The sustainability of the system was assessed using a long-term time-series of the Normalised Difference Vegetation Index. The results were discussed and interpreted with the irrigation managers of the Office du Niger. The analysis provided new insights in the performance of the system such as existing head-tail patterns in water consumption and rice yields.

1. Laboratoire LSP : ergonomie et protection de l'environnement. Université M'Hamed Bougara, Boumerdès. Avenue de l'indépendance. 35000 Boumerdès

2. WaterWatch, Generaal Foulkesweg 28, 6703 BS Wageningen, The Netherlands

3. Department of Water Resources, Delft University of Technology, PO Box 5048, 2600 GA Delft, the Netherlands

## GESTION DES RISQUES DE POLLUTION DES EAUX SALÉES AU PRÉRIF CENTRAL : CAS DU BASSIN INFÉRIEUR DE L'OUED LEBÈNE

A. Gartet<sup>1</sup> & J. Gartet<sup>2</sup>

Les diapirs de sel dans le Prérif central marocain, sont reconnus comme des zones de contacts structuraux anormaux, formés de complexes lithologiques composés principalement d'ophites et d'argiles gypso-salifères, d'inégales importances géochimiques. Les diapirs de Tissa au Prérif central situé à l'Est de Fès, de Aïcha Mougoutaya à l'Ouest et de M'soun au Nord de Taza, sont les principaux massifs triasiques. La solubilité de ces formations est excessivement forte. Ces massifs gypso-salins représentent des gisements de sel gemme, quasiment inépuisables.

Néanmoins, les eaux des Oueds, en crues, sapent activement la base des massifs et deviennent affectées par une pollution chimique évidente : barrage Sidi Chahed sur l'Oued Mekkes, plaine alluviale de l'Oued Lebène, etc.

Dans le cas des bassins moyen et inférieur de l'Oued Lebène, l'étude des paramètres physico-chimiques des eaux aboutit à la caractérisation des faciès chimiques chlorurées-sodiques origine de pollution. Les aspects qualitatifs et quantitatifs soulignent donc l'implication

des affleurements triasiques. Sur les versants, le lessivage des terrains traversés par les eaux de ruissellement fait que les eaux de surfaces deviennent fortement polluées. En contrebas, les vallées alluviales, blanchies par les dépôts salins, souffrent de la concentration des sels qui asphyxient les sols et entravent le développement du cycle végétal et, par conséquent, la production agricole.

Ces eaux salées posent de nombreux problèmes et portent sévèrement atteinte, à la fois, à l'environnement naturel (eau, sol et végétation) et à la société humaine (alimentation en eau potable, santé publique, système d'irrigation, etc.). Les mesures de protection de l'environnement demeurent défailtantes, faute d'inadaptation des aménagements et de moyens adéquats et d'absence de législation pratique dans ce domaine.

Mots-clés : Diapir de sel, Formation triasique, Pollution hydrique, Impact anthropique, Gestion de l'environnement, Législation, Prérif central.

## CRITÈRES DE QUALITÉ DES EAUX DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE EN SITUATION D'EXCEPTION

H. El Rhaffouli<sup>1</sup>

Les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) ne doivent pas contenir d'agents susceptibles de représenter un danger pour la santé humaine. C'est pour cette raison, que la réglementation définit des critères de qualité (microbiologiques, chimiques, radionucléides). La définition des critères microbiologiques prend en compte d'une part la nature de l'agent et d'autre part son pouvoir pathogène. Celle des critères chimiques est basée sur des études toxicologiques. On peut alors différencier deux catégories d'agents chimiques selon que leur effet toxique est caractérisé par une dose seuil ou non.

Agents à effet toxique à seuil (effet déterministe) : la valeur toxicologique de référence est évaluée sur la base d'études toxicologiques chez l'animal pour définir la dose journalière tolérable.

Agents à effet toxique sans seuil (effet stochastique) : la valeur toxicologique de référence est proposée sur la base du risque admissible.

La définition des critères en situation normale est également basée sur une consommation à vie.

En situation d'urgence, si le respect des critères microbiologiques ne pose souvent pas de problème du fait du recours à une désinfection systématique, La conformité des eaux aux critères chimiques peut constituer une réelle difficulté pratique en l'absence de moyens permettant un traitement complet de l'eau (osmose inverse). Pour gérer une situation de crise on peut être amené à ne pas retenir l'ensemble des critères chimique. Ce constat ne doit pas pour autant constituer un alibi pour mettre en consommation une eau de mauvaise qualité qui aura des répercussions plus ou moins graves à court ou à long terme. C'est alors que la définition de critère de potabilité a minima prend toute son importance. C'est un domaine qui a fait l'objet de travaux de diverses organisations tel que l'OMS, l'AFSSA, le HCR, l'OTAN...

1. LAGEA, Faculté des Lettres Saïs-Fès,

2. Faculté Polydisciplinaire de Taza, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

Auteur correspondant : Abdelghani GARTET, Faculté des Lettres Saïs-Fès, BP. 59 Route d'Imouzer 30.000 FÈS  
gartet.abdelghani@hotmail.fr ; Tél. 06.66.21.31.63

3. Institution/Organisme: VÉTÉRINAIRE (praticien confirmé en médecine vétérinaire des armées de l'école du VAL-DE-GRACE en hygiène des aliments) AU SEIN DES FORCES ARMÉES ROYALES

La définition des critères a minima est basée sur une analyse des dangers et une évaluation des risques pour les consommateurs. Cette évaluation prend en compte l'effet toxique de l'agent, la durée d'exposition, la sensibilité particulière d'une population, le risque admissible... il s'agit d'une décision qui incombe au gestionnaire du risque.

Enfin, la définition des critères de qualité a minima ne doit en aucun cas cautionner les négligences. Le recours à ces critères doit être fait pour gérer des situations exceptionnelles. En situation normale, la fourniture d'une eau parfaitement potable doit demeurer l'objectif unique

**MISE EN PLACE D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE POUR LE RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT DU CHEF LIEU DE COMMUNE DE MANSOURAH WILAYA DE TLEMCCEN- ALGÉRIE**

**Abdelbaki C., Benmansour A., El Fedil M., Omari Y.**

Depuis quelques décennies, la manière dont se posent les problèmes de conception et de gestion des systèmes d'assainissement, n'a cessé de se modifier, et de plus en plus rapidement. Les raisons en sont nombreuses : développement de l'urbanisation et du transport routier, accroissement de la consommation d'eau des individus et des industries, etc....

Devant la complexité de l'archivage traditionnel impliquant une difficulté de l'exploitation de la documentation cartographique et descriptive, la gestion de ce système d'assainissement s'avère lente et onéreuse pour répondre efficacement aux besoins immédiats.

Pour améliorer la connaissance d'un réseau d'assainissement, il est nécessaire d'analyser son fonctionnement et de prévoir son comportement, et il est indispensable de recourir à la modélisation des données cartographiques et des données descriptives des entités spatiales composant le réseau.

Le recours aux nouveaux outils d'investigation de cartographie numérique et des S.I.G «Système

**D'information Géographique» est devenu indispensable.**

Ce travail présente la puissance de ces nouveaux outils dans la contribution à la gestion des réseaux d'assainissement, nous proposons une modélisation des différents éléments qui concourent à l'appréhension de ces réseaux pour la constitution d'une base de données de type S.I.G.

Cet outil permet d'assister les gestionnaires dans la prise de décision pour remédier aux défaillances éventuellement décelées et de garantir en conséquence, un niveau de rendement du fonctionnement optimal du réseau.

Le réseau d'assainissement du chef lieu de la commune de Mansourah a été choisi pour cette approche.

**Mots clés:** Réseau d'assainissement – Système d'information géographique – Base de données – Modèle conceptuel de données.

## CONCEPTION OPTIMALE DE SYSTÈMES AUTONOMES DE PRODUCTION D'EAU ET D'ÉLECTRICITÉ MUS PAR ÉNERGIES RENOUVELABLES : CAS DU PROJET OPEN-GAIN

A. Sadi1 & M. Kamel2

La désertification, qui constitue une menace pour les pays sud méditerranéens, doit être assimilée comme une dégradation du sol des régions arides et semi-arides et non comme une avancée des déserts existants. Le manque d'eau douce est une cause de cette réalité préoccupante alors que la situation tend à s'aggraver. Pour combattre ce fléau, le dessalement par osmose inverse (OI) émerge comme une technologie viable, les énergies renouvelables comme apports nécessaires et les systèmes d'approvisionnement eau-électricité comme solution à ce problème. Cependant, pour prétendre être une telle solution pour les sites isolés, ces systèmes doivent faire preuve d'un haut niveau de solidité et de viabilité.

Un certain nombre d'études expérimentales ont été entreprises, notamment dans les pays de la rive sud de la méditerranée où les besoins sont plus accrus.

Nous citons dans cet article le cas du projet OPEN-GAIN, dont l'objectif global est de développer une nouvelle approche de conception optimale de systèmes

basée sur la modélisation pour améliorer la performance globale, la viabilité, la solidité et la disponibilité d'unités mues par les énergies renouvelables produisant à la fois eau et électricité dans les sites isolés arides utilisant un haut niveau d'automatisation.

Ce projet est un projet de recherche 'STREP'\*. Son consortium implique des partenaires de plusieurs pays de la rive sud de la Méditerranée ainsi que des institutions des pays de l'Union Européenne qui sont tous spécialisés dans le dessalement, les énergies renouvelables et l'automatisation

Un objectif principal du projet est de construire un prototype dont le fonctionnement permettra d'acquérir une expérience réelle avec ce nouveau concept système. Les éléments des sous-systèmes (diesel, solaire et éolien) sont choisis et intégrés de manière optimale. Un logiciel pour fonctionnement en temps réel sera développé, exécuté et testé. Le site choisi pour l'installation d'un tel système se trouve dans la technopole de Bordj-Cédria près de Tunis.

## THE USE OF NON CONVENTIONAL WATER (SALINE WATER) FOR OLIVE TREE IRRIGATION: A DEPOSIT FOR THE FUTURE

Ch. Ben Ahmed<sup>1,2</sup>, M. Boukhris<sup>1\*</sup> & Bechir Ben Rouina<sup>2</sup>

The limited water availability in the Mediterranean ecosystems especially in arid and semi arid regions, and the current decrease of water resources are leading to the urgent need to better manage water use for irrigation. In Tunisia, due to its socio - economic importance, olive cultivation is continuously being extended to irrigated lands. However, the increased need for good water quality for urban use restricts the use of fresh water for irrigation. So, large quantities of saline water are used for olive tree irrigation, since olive is considered as moderately tolerant to salinity. The effect of long - term of irrigation with saline water on olive tree was investigated. Fifteen - year - old olive trees were subjected to two drip irrigated treatments. The first is fresh water (Control Plants, CP); and the second is salt water (Stressed Plants, SP). The responses of olive tree were assessed via the photosynthetic performances activities, the distribution of salt ions and the accumulation of osmolytes compounds. During the intense vegetative growth phase, the photosynthetic activity of salt - stressed plants was reduced by 50%, if

compared to that of control ones. Stressed plants tend to accumulate Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in roots and to a lower extend in their leaves, in order to protect aerial parts to accomplish their activity. Salt ions content in roots reached 0.8 and 0.6% for Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions, respectively. Added to salt exclusion mechanism, olive trees subjected to salt stress, develop an osmotic adjustment mechanism via the accumulation of metabolic compounds. In stressed plants, proline and soluble sugars contents were accumulated at more than 2 times higher than the amounts recorded in control plants. Salt exclusion and osmotic adjustments seem to be the most important mechanisms developed by the olive tree in response to salt stress. These mechanisms are adapted by salt - stressed plants in order to maintain its tissues hydration. Furthermore, the absence of toxicity symptoms, after a long-period of salt water irrigation, will be of great benefit in order to manage the water quality use for such crops especially in arid regions characterized by limited water resources.

1. Centre de Développement des Energies Renouvelables – CDER • BP 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger  
Tél. : 213 21 90 15 03 Fax : 213 21 90 16 54 e-mail : a\_sadi@cder.dz

2. Université M'Hamed Bougara, Boumersdes, mohammedik@yahoo.com

\*. STREP: Specific Targeted Research Project

### Thème 3 Aspects socio économiques de la gestion de l'eau

#### L'EAU, UN DROIT DE L'HOMME ET UN BIEN COMMUN, PRATIQUES ET DÉFIS : CAS DU MAROC. (DRAFT)

M. Lahlou

Les caractéristiques d'absolue nécessité et de non substituabilité qui sont consubstantielles à l'eau mettent cette ressource – don de la nature - dans l'échelle des besoins qu'elle sert à satisfaire chez les Hommes et pour l'ensemble es vivants, dans une place à part, sans commune mesure avec aucun autre bien ou service que les sociétés pour mobiliser.

Ces caractéristiques font, en effet, de l'eau un bien vital. Soit le Bien nul ne peut être privé et dont la collectivité doit garantir l'accès à chacun de ses membres.

De la sorte, la production de l'eau, sa préservation et sa distribution - qui tendent à mettre matériellement cette ressource à la disposition de tous - transcendent les lois du marché puisqu'elles répondent a priori à rendre effectif un droit humain fondamental, celui de bénéficier de l'accès à l'eau sans que cet accès dépende d'abord de considérations financières, c'est-à-dire de la capacité en revenu des personnes à payer pour bénéficier d'une ressource dont leur vie dépend.

Il y a là, à ce propos, un antagonisme majeur qui met en parallèle l'obligation où se trouve toute société humaine, et ceux qui ont la charge de la diriger, de mettre tout en oeuvre pour rendre effectif un droit humain et une gestion de l'eau laissée au marché, c'est-à-dire, aux seules lois de l'offre et de la demande, et donc du profit. D'autant que, représentant un des éléments constitutifs de la nature au sens universel du terme, l'eau est, naturellement, un Bien Commun, localement, à l'échelle d'une collectivité nationale et, de plus en plus, à l'échelle planétaire.

De ressource physique l'eau est devenue progressivement un objet de droit. Elle constitue même, aujourd'hui, l'exemple type du Bien commun universel ou 'patrimoine commun de l'humanité'.

Cela a bien évidemment des implications économiques, financières, sociales et politiques que cette communication tentera de présenter, notamment en recourant aux enseignements tirés de l'expérience marocaine en la matière au cours des dernières années..

#### LE CADRE JURIDIQUE INTERNATIONAL DU DROIT À L'EAU : ACQUIS, LIMITES ET ENJEUX

M. Saadi<sup>2</sup>

Bien que le concept de « droit à l'eau » ne soit pas encore bien précis et bien établi au niveau juridique, il s'impose de plus en plus chez les juristes et dans les instances internationales.

**Malgré les efforts accomplis au plan international pour promouvoir le droit à l'eau, nous sommes encore loin de sa concrétisation effective. Il est urgent aujourd'hui, plus que jamais, d'ouvrir un grand débat sur les politiques mises en oeuvre au niveau international pour gérer les questions liées à la crise mondiale de l'eau.**

Cette contribution a pour objectif, tenter de répondre à quelques interrogations relatives au droit à la l'eau: Au niveau international, quel est le contenu et la nature juridique de ce droit ? Est il un droit fondamental ? Quelles sont les mesures de son application ? Quel est son statut au niveau de la pratique jurisprudentielle ? A quel point la santé doit être un bien public partout et pour tous ?

**Mots clés:** Droit à l'eau, l'accès à l'eau potable, instruments internationaux des droits de l'homme, privatisation de l'eau, le bien commun de l'humanité, crise mondiale de l'eau.

1. Insea, Rabat

2. Professeur des droits de l'homme et sciences politiques à la Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales , Université Mohamed premier , Oujda. saadimoha2003@yahoo.fr

## LES AVANCÉES JURIDIQUES RÉALISÉES EN MATIÈRE D'UTILISATION DES EAUX USÉES AU MAROC

B. Nadir<sup>1</sup>

Le problème de l'eau dans le monde n'est pas uniquement quantitatif, il est aussi qualitatif car plus la consommation d'eau augmente, plus les rejets d'eaux usées et d'effluents sont importants, qui polluent et dégradent les écosystèmes aquatiques. Cette pollution pose un grave problème, car elle pourrait rendre les réserves progressivement inexploitable. Dans de pareilles conditions, il est impératif de traiter les eaux usées avant de les rejeter dans la nature afin de préserver nos ressources naturelles terrestres et souterraines.

Par ailleurs, la réutilisation des eaux usées est devenue une technique en pleine expansion, principalement associée à l'agriculture. Le présent article se penche sur les avancées juridiques réalisées en cette matière. Dans une première partie nous essayons d'analyser le cadre juridique et institutionnel des eaux usées et dans une deuxième relever les principales contraintes qui entravent la relève du secteur au Maroc

## LES FAITS ET LES EFFETS DE LA GESTION PARTICIPATIVE DE L'EAU DE L'IRRIGATION AU MAROC : RÉFLEXIONS À PARTIR DE L'ANALYSE DE LA SITUATION DES ASSOCIATIONS D'USAGERS DES EAUX AGRICOLES (AUEA) DANS LE HAOUZ DE MARRAKECH

Pr k. Mellkh<sup>2</sup>

Depuis les années 1990, les pouvoirs publics marocains cherchent à introduire une logique participative via l'implication des associations dans le système Etatique de gestion de l'eau de l'irrigation. Les offices de mise en valeur agricole se sont fortement constitués depuis les années 60 comme organes d'exécution de la politique nationale de l'irrigation au niveau régional. Pendant longtemps, les forts investissements publics en matière d'aménagements hydro-agricoles se sont accompagnés d'une gestion Etatique qui n'a pas toujours favorisé l'implication des bénéficiaires et l'appropriation des infrastructures et des aménagements par les usagers. Cette situation a imposé l'orientation vers des nouveaux choix stratégiques afin de pallier les dysfonctionnements constatés à plusieurs niveaux :

- au niveau de système de gestion adopté par les offices (manque de rationalisation, subvention publique excessive, rapport coût rendement insuffisant...)
- au niveau de la qualité du service de l'eau de l'irrigation prodiguée aux usagers (défaillances de système d'exploitation et de drainage, inadéquation

de la programmation de l'irrigation, insuffisance de la distribution des eaux comparées aux attentes des usagers....)

- au niveau de la participation des usagers (manque d'engagement des irrigants pour l'entretien et le maintien des réseaux modernes...)

L'adoption d'une approche participative via les associations devait en principe contribuer à atténuer ces difficultés et à rendre le système de gestion par les offices plus efficient. Mais les Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) proposées aux agriculteurs comme nouveau cadre institutionnel pour une gestion collective de l'irrigation posent à l'heure actuelle une série de problème qui nous poussent à s'interroger sur les facteurs favorisant ou au contraire entravant le fonctionnement de ces associations. A travers le cas des associations opérant dans de la grande Hydraulique du Haouz de Marrakech, nous chercherons à élucider la portée et les limites de la politique de la gestion participative de l'irrigation au Maroc et comprendre les effets sociaux de cette politique sur les communautés d'irrigants.

1. Professeur à la faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales Rabat Souissi et Responsable de l'ERDEDD

2. Sociologue, FLSH, Université Hassan II Mohammedia- Casablanca

kmellakh@yahoo.fr

## ASPECTS SOCIO ÉCONOMIQUES DE LA GESTION DE L'EAU

El H. Kafouni<sup>1</sup>

L'Association Eau et Energie pour Tous (ASEET), est une association nationale, membre du secrétariat du réseau Euromed des ONG-Maroc, elle est aussi membre du conseil d'administration de l'Association Internationale Droit à l'énergie SOS Futur, qui est membre observateur du conseil économique et social mondial

### Les principaux objectifs de ASEET sont :

1. **Défendre** le droit d'accès pour tous, à l'eau potable, à l'assainissement et à l'énergie sous toutes ses formes
2. **Sensibiliser** les usagers (agriculteurs, industriels, ménages) sur l'utilisation rationnelle de l'eau et de l'énergie

Malgré les efforts déployés pour sensibiliser les populations sur le danger de la rareté de l'eau et de la non rationalité dans son utilisation dans les domaines industriel, agricole et domestique, il reste beaucoup de chemin à faire pour changer le comportement des usagers vis-à-vis de cette denrée nevralgique de plus en plus rare,

Aussi, et face aux attentes légitimes des collectivités territoriales et des citoyens en terme de coût et de qualité de service, comment peut-on améliorer la régulation des services d'eau afin que cette ressource naturelle soit considérée comme un bien public et fasse l'objet d'une gestion raisonnée au profit des générations présentes et

futures? Les ressources en eau sont limitées. Pour éviter les conflits relatifs à toute pénurie, la réponse est dans la coopération entre les peuples et les régions et faire en sorte pour que le comportement des usagers devienne une culture de l'économie de l'eau à enraciner dans les esprits et les cœurs de toutes les générations à travers les programmes de sensibilisation et de formation continue par le biais des établissements scolaires en particulier.

Après un certain nombre de séminaires et de rencontres sur le plan régional, national et international, ASEET est en mesure d'apporter sa contribution pour tendre vers une meilleure gestion de l'eau

### Les axes de la communication de ASEET s'articulent sur :

- L'impact de la politique des barrages sur l'irrigation des terres agricoles
- La politique touristique et les besoins en eau
- La loi 10-95 et les difficultés de son application
- La gestion intégrée de l'eau, quelle problématique?
- Le danger de la mise en bouteille des eaux des sources naturelles sur l'émigration des populations
- La politique de la gestion déléguée, quel résultat ?
- L'implication des ONG dans les programmes de sensibilisation des usagers sur l'économie de l'eau

## LA PARTICIPATION PAYSANNE DANS LES AMENAGEMENTS HYDRO AGRICOLES EVALUATION DE L'IMPACT EN CHANGEMENT INDUIT DANS UNE FORMATION-ACTION ETUDE DE CAS DES PROGRAMMES DES AUEA SUR LEUR FONCTIONNEMENT, LEUR REORGANISATION ET LEUR VIABILITE (PROJET PMH NORD FINANCE PAR LA KFW)

R. Berrhazi<sup>2</sup>

Dans le contexte d'une pénurie d'eau de plus en plus croissante, l'utilisation et la conservation de cette richesse est devenue une nécessité vitale afin de participer à la croissance de la production agricole vivrière et l'amélioration des revenus des agriculteurs.

Cette rareté de l'eau a de tout temps poussé les communautés rurales à imaginer et à concevoir des systèmes d'irrigation et à instituer des règles de gestion appropriées. Les groupements d'irriguants en sont devenus ainsi les mémoires du savoir-faire ancestral et les dépositaires des traditions hydrauliques qui ont traversé le temps et qui sont vivaces jusqu'à nos jours. Mais comment peut-on concevoir la cohabitation d'un tel système avec la conception d'aménagement et d'intervention entreprise par l'administration dans ce domaine ?

Dans le passé, les interventions de l'administration dans le domaine des aménagements hydro agricoles particulièrement dans le secteur de la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) étaient conçues et exécutées sans tenir compte ni du vécu ni du savoir-faire des irriguants en considérant que les usagers sur ces périmètres n'étaient pas en mesure de donner leurs avis sur le projet d'aménagement. La participation des bénéficiaires étant de ce fait négligée, ce qui entraîne par la suite une série de problèmes mettant parfois en péril la pérennisation des infrastructures d'aménagement.

Aussi évident que cela puisse paraître, l'administration doit créer toutes les conditions d'espaces de dialogue. Son rôle dans la nouvelle ère de démocratisation et de participation est de faciliter ce dialogue, et la

1. Président de ASEET • Tel : 0661390083 E-mail : kafounisd@yahoofr

2. Coordinateur du Projet PMH Nord - AGR/AGRI Rabat

concertation pour que tous les partenaires puissent contribuer au développement d'un tel dynamisme, c'est l'expression claire et concrète, d'un fonctionnement démocratique, telle est la synergie qu'il faut créer entre ces différents éléments particulièrement dans le monde rural qui connaît des transformations notoires durant la dernière décennie. Telle est la volonté exprimée par le département de l'agriculture exposée dans le document intitulé stratégie 2020 de développement rural : « ... Il apparaît évident que toute transformation ne peut être réalisée qu'avec des changements dans les mentalités, les comportements, les niveaux de formation, c'est l'engagement de toutes les parties de la société, le rôle de l'administration n'est pas de faire mais d'aider à faire... ».

De grands programmes gouvernementaux ainsi que de nombreux bailleurs de fonds au niveau international ont conjugué leurs efforts pour promouvoir le secteur de l'eau. La banque Allemande de Développement (KfW) soutient pour le compte du gouvernement allemand des projets d'approvisionnement en eau pour les projets d'irrigation, d'approvisionnement en eau potable et des projets d'assainissement dans le milieu rural.

Le «Programme National d'Irrigation 2000 (PNI 2000) » qui a vu le jour en 1993 a pour objectif d'étendre progressivement la terre cultivée et irriguée à l'aide de nouveaux barrages et conduites d'eau. Le projet de «Réhabilitation de la Petite et Moyenne Hydraulique »(PMH-2) qui a été mis en œuvre au début des années 1990, a été achevé avec succès en 1998. Deux projets supplémentaires dans les provinces du Nord (PMH-Nord) et dans la vallée du Dadès (PMH-Dadès) sont en cours de d'achèvement.

Dans ces projets mentionnés, le fonctionnement des systèmes hydrauliques devrait être assuré en concédant la responsabilité de maintenance et d'entretien aux usagers : une approche appelée "participative". Cette approche offre la possibilité à l'Etat de se décharger des budgets quant à l'opération de réhabilitation et de la maintenance des systèmes hydrauliques. En même temps, cette approche reflète bien la compréhension que ce sont les paysans qui décident de la réussite ou de l'échec d'un programme et que, par conséquent, la participation des usagers est une condition indispensable à la réussite des mesures de réhabilitation et à la pérennité des effets socio économiques.

Afin d'assurer cette participation dans le secteur d'eau agricole, les mesures de réhabilitation, n'ont été entamées qu'après la transformation des associations des usagers des eaux traditionnelles – existant depuis des siècles – en associations des usagers des eaux agricoles (AUEA) conformément aux dispositions de la loi 02.84 de 1990 et son décret d'application fixant les modalités de participation financière aux coûts d'investissement. Etant donné que le savoir technique des usagers des eaux est insuffisant pour pouvoir exploiter leurs ouvrages hydrauliques modernisés, les investissements en matière de construction hydraulique ont été accompagnés d'une formation initiale et continue destinée à leur fournir des connaissances techniques, organisationnelles et commerciales, mais aussi à de faire apprendre à travers cet apprentissage le sens de la responsabilité collective et la gestion communautaire des biens publics.

**Thème 4 Gestion et planification des usages multifonctionnels de l'eau et du territoire**

**UNE REVUE DES MÉTHODES ET DES MODÈLES COMMUNÉMENT UTILISÉS DANS LA GESTION ET LA PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU.**

**Z. Bouazza<sup>1</sup> & S. Rhouzlane<sup>1</sup>**

La gestion et la planification des ressources en eau repose sur la recherche d'un scénario d'équilibre quantitatif et qualitatif entre le développement, la mobilisation et l'allocation des ressources hydriques d'un système pour satisfaire les besoins potentiels et la demande en eau projetés. Ce scénario doit être techniquement réalisable, économiquement viable et écologiquement admissible. L'optimisation et la simulation des systèmes sont les deux approches communément adoptées dans cette recherche de la meilleure solution possible. Avec le nombre croissant des usagers, le type et le nombre de contraintes à

satisfaire, les intrants imposés et la diversité des conflits rencontrés, le problème devient si compliqué que le recours au calcul informatique est incontournable. La présente revue a pour objectif de réaliser une analyse comparative des outils de planification et de gestion des ressources en eau. Les systèmes d'aide à la décision (DSS) et l'apport des nouvelles technologies y sont discutés. À l'issue de cette revue, une approche développée pour guider les décideurs et les ingénieurs dans la sélection de supports à la planification et à la gestion sera détaillée et illustrée à travers une étude de cas réelle.

**LA GESTION DE LA RARETÉ DES RESSOURCES EN EAUX DANS LES OASIS DU SUD OUEST MAROCAIN LE CAS DE L'OASIS DE TIGHMERT PROVINCE DE GUELMIM :**

**A. Kharbouchi<sup>2</sup>**

Les oasis de Guelmim se voient aujourd'hui en pleine mutation et transformation. Ces mutations risquent de provoquer des dysfonctionnements dans les systèmes socio-économique, écologique et territoriale que connaissent ces oasis. Quelques soient les causes et la nature de ces mutations, le problème qui se posera dans le future c'est le déficit hydrique dans ces zones. Ce déficit engendrera par la suite la disparition de cette organisation traditionnelle qui a toujours réussi à répartir l'utilisation de l'eau selon des droits et des coutumes. D'où l'enjeu et le problème de satisfaire en même temps les demandes des nouveaux consommateurs dans un contexte marqué par l'aridité, la pénurie et la surexploitation des eaux souterraines. Et d'une autre part, la protection et la préservation du patrimoine oasisien. Dans l'oasis de Tighmert, relevant de la commune rurale d'Asrir, on constate une surexploitation de la nappe phréatique existante. Le rythme et les modes d'exploitation (des eaux souterraines) actuel à l'intérieur et aux alentours des

oasis risquent de compromettre la durabilité de ces sources. Cette intervention va montrer l'enjeu que connaît cette oasis après l'installation des exploitations agricoles modernes qui utilisent des motopompes dans un milieu marqué par la rareté des ressources en eau et l'arrivée des étrangers souhaitant résider dans l'oasis avec des comportements marqués par la grande consommation en eau. L'oasis conserve toujours l'ancien systèmes de distribution de l'eau de la source à l'intérieur de l'oasis. Cette source qui alimentent les douars formant l'oasis depuis longtemps se trouve aujourd'hui menacer par la surexploitation de eaux de la nappe phréatique aux alentours de cette même oasis.. Est-ce que l'exploitation actuelle des eaux souterraines dans les oasis engendrera t-elle des tensions et des conflits à venir relatifs à l'usage ? L'inadéquation grandissante entre les besoins en eau croissants et des ressources conventionnelles limitées sera t- elle génératrice de problèmes aggravés et de conflits d'usage que la gestion des eaux aura pour objectif de résoudre ?

1. Département Hydraulique-Climat-Environnement, École Hassania des Travaux Publics, Casablanca, Maroc.

2. Géographe chercheur

## TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES POLLUÉES PAR LES NITRATES PAR BIOREACTEUR À MEMBRANE

D.Berdous<sup>1</sup>, D.E.Akretche<sup>2</sup>

La contamination des sources d'eaux souterraines par les nitrates est l'une des conséquences des activités anthropogène relative à l'agriculture. Ce phénomène représente de sérieuses menaces pour la santé humaine, en fait on associe aux taux élevés de nitrates dans les eaux potables, le syndrome bleu du bébé et les risques de cancer. Des décontaminations des eaux nitratées peuvent être facilement obtenues par électrodialyse, osmose inverse et par échange d'ions, mais les opérations mises en jeu s'avèrent très coûteuses pour permettre une large utilisation de ces procédés technologiques. La contamination microbienne de l'eau traitée est le désavantage majeur des procédés conventionnels de dénitrification biologique, d'où l'intérêt courant dans le développement des réacteurs à membrane MBR, du moment qu'il est possible de retenir la culture dénitrifiante à l'intérieur du réacteur et d'augmenter par conséquent sa concentration.

L'IEMB est un procédé hybride combinant le transport de polluants du compartiment d'eau polluée à travers

une membrane échangeuse d'ions à des micro-organismes spécifiques pour leur biodégradation simultanée dans le second compartiment.

Notre étude porte essentiellement sur les conditions opératoires favorables à la biodégradation des nitrates présents dans les eaux potables en azote gazeux, pour cela deux types d'eaux ont été utilisés une eau distillée dopée avec des nitrates et une eau de forage 13 bis, issue du champ de boureah (Rouiba) destinée à la consommation public initialement polluée en nitrates. L'utilisation du textile échangeur d'anions couplé à la membrane échangeuse d'anions conduit à des résultats probants pour l'élimination des nitrates avec absence totale des ions nitrites et d'éthanol. Enfin, l'application du procédé à la décontamination d'une eau de forage s'est avérée efficace.

**Mots clé:** IEMB, biodégradation des nitrates, textile échangeur d'ions, dialyse de Donnan

## GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAUX, UTILISATION DE MODÈLE HYDROGÉOLOGIQUE COUPLÉ AVEC WEAP : cas d'étude de la plaine de Kairouan Tunisie centrale.

C. Aouadi<sup>3,\*</sup>, J. Tarhouni<sup>3</sup>, I. Nouiri<sup>3</sup> & S. Darmoul<sup>4</sup>

**Thème: Approches et outils innovateurs pour la planification et la gestion de l'utilisation de l'eau**

Dans cette communication il est présentée une approche de modélisation utilisant un couplage du modèle MODFLOW pour la simulation des eaux souterraines, avec le modèle WEAP de bilan ressources – usages dans l'objectif d'élaborer et évaluer des scénarios de gestion. L'objectif de ce travail est de simuler l'impact de différents plans de gestion intégrée des ressources en eau pour un cas d'étude réel qui est la plaine de Kairouan en Tunisie centrale.

La plaine de Kairouan (3000 km<sup>2</sup>) a subi un changement hydrologique rapide durant ces dernières décennies. Les signes les plus évidents sont une importante baisse des eaux de ruissellement dans les bassins amonts et une transformation complète de la recharge naturelle de

l'aquifère de Kairouan à l'aval. L'activité humaine dans la région aussi bien par les travaux de conservation des eaux et du sol ou la construction de petits et grands barrages (contre l'inondation) ainsi que les pompages directs de la nappe (irrigation, et eaux potable) ont eu une large conséquence sur la disponibilité des ressources en eaux dans la région.

La modification des écoulements souterrains provoquée par la réduction de la

recharge naturelle suite à la construction des barrages est assez nette dans les premiers 10 km à l'aval de ces ouvrages ; le reste de l'aquifère de Kairouan n'a pas été affecté. Cette réduction de la recharge et l'augmentation continue des pompages des eaux souterraines a engendré une baisse générale des niveaux piézométrique (1 m.an-1 durant la dernière décennie).

1. Centre de recherche pour analyse physico chimique CRAPC

2. Laboratory of Hydrometallurgy and Molecular Inorganic Chemistry, Faculty of chemistry, USTHB, BP 32, El-Alia, 16111, Algiers, Algeria

3. Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 43 av. C. Nicolle, Tunis

4. Commissariat Régional au Développement Agricole, Kairouan, Tunisie

\* : corresponding author : chaker.aouadi@gmail.com

Dans ce travail, le modèle hydrogéologique élaboré en régime transitoire par calage de MODFLOW est composé de 40 x 36 mailles (1.4 km x 1.3 km). La période de simulation pour la validation est entre 1967 et 2006, avec un pas de temps annuel. La schématisation du système de la plaine dans le modèle sous WEAP est effectuée par trois sous-bassins en fonction de la recharge naturelle et par six sites de demande essentiellement en rapport avec l'occupation du sol par les cultures irriguées. Deux grands barrages en amont de la plaine de Kairouan sont considérés comme réservoirs extérieurs pour l'alimentation en eau (irrigation et recharge artificielle).

Deux scénarios sont analysés dans ce travail pour simuler le comportement de l'aquifère: (i) durant une décennie sous une condition de pompage croissant linéairement et (ii) sous une autre condition de recharge artificielle annuelle.

Les résultats des simulations confirment que l'aquifère sera profondément affecté par une surexploitation; en effet le rabattement dépasserait les 2 m.an-1 au bout de dix ans dans les zones d'influence des puits. En conséquence, le déstockage de la réserve atteindrait les 600 Mm<sup>3</sup>. La situation serait améliorée par la recharge artificielle comme le confirme l'analyse du scénario correspondant. En conditions de recharge artificielle, l'aquifère serait bénéficiaire de plus de 100 Mm<sup>3</sup> en 2020 et la piézométrie pourrait augmenter d'environ 12 m.

Cette approche par l'intégration de deux modèles rend possible la comparaison entre plusieurs scénarios pour la planification et la gestion intégrée des ressources en eaux. L'outil d'aide à la décision « WEAP-MODFLOW » permettra d'identifier les meilleures options de gestion des ressources à l'échelle de la plaine de Kairouan.

Mots clés: région aride; ressource en eaux; aquifère, outil d'aide à la décision Tunisie.

## IMPORTANCE DU LAC TONGA POUR L'HIVERNAGE DES ANATIDES ET FOULQUES (EST-ALGERIEN)

A. Lazli<sup>1</sup>, A. Boumezbeur<sup>2</sup> & A. Moali<sup>3</sup>

Le lac Tonga, classé réserve intégrale au sein du Parc National d'El Kala et site Ramsar d'importance internationale depuis 1982, est un marais d'eau douce d'une superficie de 2600 ha communiquant avec la mer par un chenal artificiel et recouvert en mosaïque à 80% environ d'une végétation émergente avec de grandes plages d'eau libre occupées en grande partie par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*. Considéré comme un important site d'hivernage pour de nombreux anatidés, c'est le lieu de nidification sans doute le plus important d'Afrique du Nord, pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau.

L'analyse des comptages hivernaux sur dix années, de 2000-2009, révèle une richesse avifaunistique de 23 espèces d'oiseaux d'eau, avec une fluctuation des effectifs d'une année à l'autre. Si l'on retient l'ensemble

des espèces nicheuses, notamment passereaux, marouettes et rapaces; la richesse totale dépasserait 35 espèces. Le lac Tonga accueille classiquement en janvier près de 25 000 anatidés et foulques et abrite la nidification de plusieurs espèces dont le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* et une colonie composée de plusieurs hérons. Cette capacité d'accueil est favorisée par la présence sa composition et son organisation actuelle qui sont à l'origine de l'accroissement de nombreuses populations d'oiseaux. En effet, les ressources qu'exploite ces populations ne sont pas limitées et une quiétude relative règne depuis l'interdiction de la chasse dans tout le pays.

Mots clés: Lac Tonga, comptages, effectifs, anatidés, foulques.

1. Maître assistante chargée de cours ; Centre universitaire d'El Tarf –Algérie ; Email : la\_amel13@yahoo.fr

2. Sous directeur - Direction générale des forêts

3. Professeur- Université A.Mira-Béjaia

techniques d'irrigation), et iii) la réutilisation de l'eau usée traitée dans les processus industriels ou agricoles.

Finalement, une évaluation économique des différentes options de gestion et leur impact sur le bilan Ressources – Demandes a été conduite sur la base d'un modèle de programmation mathématique. Cette évaluation économique a permis ainsi de chiffrer les ratios coût efficacité et les volumes d'eau susceptibles d'être économisés.

Les résultats obtenus ont servi pour l'étape suivante qui consiste en une modélisation mathématique (programmation linéaire) permettant de construire un modèle capable de faire le choix entre les options déjà retenues. Ce modèle consistait à optimiser une fonction objectif qui représente le coût global de mise en place des options sujette à un ensemble de contraintes délimitant l'ensemble des solutions faisables d'un point de vue technique.

### SYSTÈME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE, OUTIL DE GESTION ET D'AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANT, CAS DU SOUS BASSIN VERSANT DE OUED BOUGUEDFINE-ZAHREZ CHLEF-ALGERIE.

A. Abdelbaki<sup>1</sup>, C. Abdelbaki<sup>2</sup>, E. Ouldache<sup>1</sup>, H. Semmar<sup>1</sup>

L'érosion des sols par la pluie et le ruissellement est un grave processus de dégradation du capital sol, entraînant un décapage de l'horizon superficiel, une baisse de son degré de fertilité et la détérioration des conditions de vie des paysans.

L'aménagement des bassins versants est sans doute le moyen le plus efficace pour lutter contre ce phénomène, le présent travail vise à démontrer l'intérêt que peut apporter un outil tel que le S.I.G pour l'aménagements des bassins versants et à mettre en valeur les informations à caractère géographique déjà existantes.

L'occupation du sol, et sa nature, la lithologie, la pente, l'exposition des versants ainsi que les précipitations sont les facteurs jugés influençant la dégradation de l'état du sol, l'ensemble des facteurs organisé en 06 couches

thématiques sous logiciel de type S.I.G: MapInfo, et rasterisé par le biais du Vertical Mapper nous a permis de ressortir la carte globale de vulnérabilité de la zone à l'érosion en superposant l'ensemble des cartes cité précédemment. Les sites sensibles ont été classer en 05 catégories, de la plus à la moins sensible, une stratégie d'intervention dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine est contribuées (l'aménagement des cours d'eau et conservation des terrains en pente), en proposant un ensemble de techniques de protection.

**Mots clés:** Système d'information géographique – Erosion hydrique – Plan d'aménagement de protection – Sous bassin versant de oued Bouguedfine – Zahrez Chlef.

### A METHOD TO DETECT THE FUNCTIONALITY OF RIPARIAN VEGETATION TOWARDS SOIL EROSION AND RIVER SUSPENDED SEDIMENT CONTROL.

D. Pavanelli<sup>3</sup>, C. Cavazza<sup>4</sup>

The aim of the work is to propose a method allow us to detect the risk of soil erosion areas near the river and the functionality of existing riparian vegetation along river as buffers / filters towards the eroded soil from the hill slopes. The proposed methodology is supposed has been designed for water pollution control from suspended solids, pollutants and nutrients coming from hills and an improvement of the quality of the river environment.

Suspended sediment yield is known to imply several detrimental consequences: soil losses from agricultural

land, worsening of the quality of the water, clogging of water supply filters and reservoir siltation. In addition, suspended sediment yield is also one of the main vectors for pollutants and nutrients: various studies have already proved how nitrogen content has been constantly rising in aquifers and surface waters. Finer particles and their aggregates have been proved to be the preferential vehicle for particulate nitrogen.

Soil erosion and Suspended Sediment Yield are strongly related in the Apennines catchments which are generally

1. Département de Foresterie et protection de la nature – Institut National Agronomique - El Harrach -Alger • Algérie  
E-mail : ramanadou@yahoo.fr

2. Chargée de cours – Département d'hydraulique - Faculté des sciences de l'ingénieur – Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen - Algérie - E-mail : abdelbakicherifa@yahoo.fr

3. Department of Earth Sciences and Environment, Bologna University – Italy  
e-mail donatella.pavanelli@unibo.it

4. Reno Catchment Technical Service, Emilia-Romagna Region

## CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'HABITAT DE L'ERISMATURE A TETE BLANCHE AU SITE RAMSAR DU LAC TONGA (EST-ALGERIEN)

A. Lazli<sup>1</sup>, A. Boumezbeur<sup>2</sup> & A. Moali<sup>3</sup>

Les zones humides sont des milieux privilégiés pour une avifaune particulière, les oiseaux d'eau au sens large, dont certaines espèces, en liaison avec la réduction et la dégradation de ces habitats, sont parmi les plus rares et les plus menacées de notre patrimoine comme ; l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, espèce globalement menacée, inscrite « Endangered » sur la liste rouge de l'UICN. Elle est également protégée par la législation algérienne en tant qu'espèce menacée de disparition.

Le travail mené au cours de la saison de reproduction de 2009, a consisté à caractériser l'habitat de l'espèce à travers l'étude et l'analyse des espaces dans lesquels évoluent les Erismatures, et ce, par la mesure de certains paramètres physico-chimiques de l'eau (pH, température, conductivité, oxygène dissous, matière en suspension...).

**Mots clés:** Lac Tonga, Erismature à tête blanche, eau, paramètres physico-chimiques

## ELABORATION ET ÉVALUATION ÉCONOMIQUES DES OPTIONS DE GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN DE MINIER DE GAFSA (TUNISIE)

A. Guesmi<sup>4</sup>, F. Karaouli<sup>5</sup>, N. Graveline<sup>6</sup>, A. Laajimi<sup>4</sup>, J. Tarhouni<sup>4,\*</sup>

Le bassin minier (Tunisie), située au sud ouest du pays, est une région à écologie très fragile où la désertification est très prononcée et le déficit hydrique est très élevé. Le système hydrique révèle une grande fragilité et complexité vu la contrainte climatique et socio-économique. A cet égard, il paraît nécessaire de s'engager dans une stratégie d'utilisation optimale des ressources en eau par les différents secteurs usagers (secteur minier, agriculture et secteur d'eau potable) sans nuire à leurs besoins futurs. Cette situation est aggravée par le fait que la zone minière ayant pour unique ressource en eau des aquifères souterrains ; ressource qui est très sollicitée pour l'exploitation industrielle basée sur un procédé d'enrichissement des minerais de phosphate d'une part, pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable, d'autre part.

L'objet de ce travail est de mener une évaluation économique de certaines options de gestion (solutions probables) proposées en vue d'économiser la ressource en eau et d'établir une combinaison optimale entre ces options. Cette combinaison optimale (scénarios de gestion) doit satisfaire deux objectifs : minimiser le coût global de mise en place des options de gestion et assurer l'économie de la ressource en eau.

Le travail est effectué en trois étapes complémentaires. En premier lieu, une estimation de l'évolution

tendancielle de la demande en eau, par les différents usagers, à l'horizon 2025, a été conduite.

En deuxième étape, a été effectué le choix de certaines options de gestion, envisageables pour le cas d'étude en question. Cette étape a été suivie d'un processus de sélection par les principaux intervenants à l'échelle du bassin minier. Le choix des options de gestion s'est basé essentiellement sur les enquêtes élaborées avec les agriculteurs de la région (recueil des problèmes et contraintes de production au niveau des exploitations agricoles) et les interviews conduits avec les différents acteurs économiques de la région (CPG, CRDA, ONAS et SONEDE).

A cette fin, plusieurs sessions de travail ont été organisées et ont eu pour objectifs l'élaboration et la validation des options de gestion proposées aux stakeholders (acteurs économiques).

Il existe deux approches de classification des options de gestion retenue. La première consiste à les ordonner par type de secteur d'activité concerné et la deuxième consiste à les classer en fonction du type d'économie d'eau réalisé. Ce dernier classement, suivi dans cette étude, regroupe les options de gestion en trois volés : i) augmentation de la disponibilité de la ressource (recharge de la nappe), ii) économie de l'eau (nouvelle

1. Maitre assistante chargée de cours ; Centre universitaire d'El Tarf –Algérie ; Email : la\_amell13@yahoo.fr

2. Sous directeur - Direction générale des forêts

3. Professeur- Université A.Mira-Béjaia

4. Institut National Agronomique de Tunisie

5. Faculté des Sciences à Gafsa

6. BRGM – France

\*. corresponding author : elmaainat@yahoo.fr

characterised by a clayey lithology and impermeable soils and extensive and severe erosion and slope stability problems. The suspended sediment yield represents one of the most reliable tools to assess real basin soil loss (Pavanelli and Pagliarani, 2002; Pavanelli and Rigotti, 2007) from the surface rain erosive features in a mountain watershed, as rills and interrills erosion, gullies, bad-lands (calanchi basins).

The problem of controlling the suspended sediment concentration can be tackled by increasing the riparian vegetation able to hold back the ground eroded by the slopes, but it is necessary to know where the critical zones are.

The stages of the study are to spot critical areas made up of streambank and the eroded areas on the slopes near the river, on a strip buffer 200 metres, with the support of aerial photos and satellite images, survey and G.I.S..

The methods allow us to detect the quality of the riparian vegetation in comparison to the degree of risk of soil erosion in the hill slope strip buffer.

The methodology was applied on the riparian vegetation of the Gaiana torrent (8.6 km<sup>2</sup>), near Bologna, where it was related to soil cover and erosion areas of the hill slope, thus correlating the impact of human activities

Finally, the methodology can help us to suggest ways to improve or replant the existing vegetation on the stream bank identify, according to specific and multifunctional sylvicultural models.

This research programme was initiated thanks to the Reno Watershed Authority, ARPA (Regional Agency for Environmental Prevention, and Renana Land Reclamation Society.