



SOCIETE GEOAFRICASCIENCES
NORVEGE



UNIVERSITE SULTAN MOULAY SLIMANE
MAROC



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DE BENI MELLAL – MAROC

Premier colloque international *First International Colloquium* **REZAS'12**

"Ressources en eau dans les zones arides et semi-arides : enjeux et perspectives. Cas du continent africain"

"Water resources in the arid and semi-arid regions: challenges and prospects. Case of the African continent"

Béni Mellal le 14, 15 & 16 Novembre 2012
14-16 November 2012, Beni Mellal, Morocco

RECUEIL DES RESUMES *ABSTRACTS VOLUME*



Agence du Bassin Hydraulique
de
l'Oum Er Rbia



المركز الجهوي للاستثمار
Centre Régional d'Investissement
جهة تادلة أزيلال
Région Tadaït Azzilal

Préface / Preface

Chers participants,

C'est avec une grande satisfaction soutenue par une joie partagée avec tous les organismes et établissements qui ont rendu possible la tenue du présent Colloque International, que nous avons le grand honneur de vous adresser le mot de bienvenue au premier colloque africain sur les ressources en eaux en milieux arides et semi-arides.

Cette manifestation scientifique est l'occasion d'échanger, de communiquer et de découvrir grâce à des professionnels, des acteurs, des chercheurs, et des usagers, les enjeux et les perspectives d'une gestion efficace et rationnelle des ressources en eau à l'échelle du continent africain. Elle permettra également aux participants de mettre le point sur les derniers développements dans le domaine de la gestion et la préservation des ressources en eau par des conférences et des communications de grand intérêt.

Le choix de ce sujet est dicté par les divers défis liés à la gestion et la valorisation des ressources en eau à l'échelle du continent africain et à ses retombées politiques, économiques et sociales. En effet, non seulement sa rareté a des conséquences sur le développement économique, la sécurité alimentaire et la santé publique de nombre de pays, mais l'inégale répartition des disponibilités entre les pays et entre les populations accentue les écarts de développement et de niveau de vie, pouvant ainsi contribuer à générer des situations conflictuelles.

Par ailleurs, les ressources en eau sont inextricablement liées au climat. En conséquence, les changements climatiques attendus auront des impacts considérables sur les ressources en eau et le développement régional. Les stratégies pour fournir des ressources en eau adaptées à l'Afrique devront relever plusieurs défis : la pression exercée par la population ; les problèmes associés à l'utilisation des terres - tels que l'érosion/l'envasement - et les éventuelles conséquences écologiques des changements d'affectation des terres sur le cycle hydrologique. Les changements climatiques - et notamment les changements de variabilité du climat entraînant sécheresses et inondations - compliqueront la recherche de solutions. En outre, l'impact continuera d'être principalement ressenti par les pauvres, car ils bénéficient de l'accès le plus limité aux ressources en eau.

La désertification, l'autre facette de la pénurie d'eau, est de plus en plus croissante sur d'immenses écosystèmes du continent. Elle constitue en effet une lourde menace pour les générations futures. Selon des données récentes, le phénomène touche plus de 70% de l'Afrique où vivent plus de 380 millions d'êtres humains. C'est donc dire que chaque individu, vivant dans un pays du nord ou sub-saharien, est directement ou indirectement affecté par la désertification.

Le phénomène trouve son origine dans les mauvaises pratiques culturelles, le surpâturage, l'exploitation forestière illégale ou excessive et les feux de brousse, tous, hélas, causés par l'homme. Ses conséquences sont l'exacerbation de la pauvreté, la faim, la malnutrition, les épidémies, les dommages environnementaux, la perte de la biodiversité, les conflits intercommunautaires et transfrontaliers, les atteintes aux droits de l'homme, les migrations forcées, soit autant de défis qui compromettent l'atteinte des objectifs du Millénaire pour le développement que la communauté internationale s'est engagée à atteindre à l'horizon 2015.

Pendant ces trois jours, nous affronterons la complexité liés aux thématiques ci-citées et nous aborderons des sujets divers en vous proposant des présentations orales et affichées. Toutes ces présentations sont importantes, mais encore plus précieuse est l'opportunité qui vous est offerte de rencontrer des chercheurs, des ingénieurs et des acteurs dans le domaine de la valorisation et la gestion des ressources hydriques venant du monde entier. Ils ne manqueront pas de vous donner leur point de vue sur tous ces thèmes. Nous ne traiterons pas tous les aspects liés à cette problématique

d'eau pendant ce colloque, mais, en portant les problèmes sur le devant de la scène, nous chercherons à donner l'occasion aux différents participants pour échanger les idées, les expériences et tisser des ponts de coopération et de collaboration.

Pour finir nous voudrions remercier les comités d'organisation et scientifique, les orateurs des communications orales et affichées, les présidents et rapporteurs de séances qui apporteront à ce colloque leur crédit scientifique.

Grâce à votre présence, nous ne doutons pas que REZAS'12 sera un succès.

Nous vous souhaitons un bon colloque et un bon séjour à Béni Mellal.

Avec toute notre reconnaissance

"Eau, tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme, on ne peut pas te définir, on te goûte sans te connaître. Tu n'es pas nécessaire à la vie : tu es la vie. (...) Tu es la plus grande richesse qui soit au monde, et tu es aussi la plus délicate, toi si pure au ventre de la terre."

(Antoine de Saint-Exupéry, Terre des hommes, Hachette 1956, p. 214)

Dr Abdessamad NAJINE

Dr Tahar AIFA

Dear participants,

To have the great honour of welcoming you to this first African Conference on water resources in arid and semi-arid areas is a deep satisfaction mingled with joy, and shared by all the organizations and establishments who made it possible to set up this international symposium.

This scientific event offers opportunities for exchanges, for communication and for discovery thanks to professionals, hands-on participants, researchers, users, and persons involved in the challenges and prospects for effective and reasonable management of water resources on the African continent. It will also enable the conferees to take stock of the latest developments concerning the management and safeguarding of water resources, through conferences and highly interesting presentations.

The choice of the subject was dictated by the various challenges involved in the management and development of water resources on the African continent, with their political, economic and social outcomes. Indeed, not only does the scarcity of water affect economic development, the safety of food, and the health of populations in many countries, but the unequal distribution of reserves between the various countries and populations highlights the different levels of development and standards of living, which may contribute towards antagonistic situations.

In addition, the water resources are inextricably linked to the climate. Consequently, the expected climate changes will considerably impact the water resources and regional development. The strategies for the providing of water resources adapted to Africa will have to meet various challenges: pressures originating in the populations; problems linked to the use of land, such as erosion or silting up; and the potential ecological effects of land use changes on the hydrological cycle. Climate change – especially modifications in the variability of a climate involving droughts and flooding will complicate the search for solutions. Moreover, the impact will be mainly and continually felt by the poor, because they are the ones who have the most limited access to water resources.

Desertification, the other facet of water shortage, is continually increasing within huge ecosystems on the continent. Indeed, it represents an ominous threat for the future generations. According to recent data, the phenomenon affects over 70% of Africa, where more than 380 million human beings live. We may as well say that every individual is directly or indirectly affected by desertification. This phenomenon is due to wrong farming methods, to overgrazing, to the overexploitation of forests, and to bush fires, all of which, unfortunately, are caused by man. The result is exacerbated poverty, hunger, malnutrition, epidemics, environmental damage, loss of biodiversity, intercommunity and trans-border conflicts, infringements on human rights, and forced migrations. All of the latter involve a number of challenges jeopardizing the millennial goals for development, which the international community has committed itself to reach by the year 2015.

During these three days, we will face the complexities related to the above-mentioned sets of issues, and we will approach various subjects both through oral and poster presentations. Each and every one of these presentations is important, but even more invaluable still is the opportunity to meet and interact with researchers, engineers, and people involved in the field of development and management of water resources from all over the world. They will not fail to let you know what their stance is on all of these topics. During this conference, we shall not deal with all of the aspects related to water problems; but by highlighting the problems, we shall endeavour to provide the various participants with opportunities to exchange ideas and experiments, and to build bridges of cooperation and collaboration.

Finally, we wish to thank the scientific and organizing Committees, the speakers in the oral and poster presentations, and the chairmen and spokesmen of the various sessions, all of whom bring to this conference their scientific credence and weight.

Thanks to your presence, we do not doubt that REZAS'12 will be a success. We wish you a good conference and a pleasant stay in Beni Mellal.

Please accept our grateful thanks.

Allow me to close with this quotation from a book by Antoine de Saint-Exupéry: "Water, you have neither taste, nor colour, nor flavour; you are beyond definition, and we taste you without knowing you. You are not necessary to life: you are life. (...) You are the greatest wealth in the world, and also the most delicate – you who are so pure within the bosom of the earth."

(Antoine de Saint-Exupéry, Terre des hommes, Hachette 1956, p. 214.)

Dr Abdessamad NAJINE

Dr Tahar AIFA

COMITES COMMITTEES

COMITE D'ORGANISATION ORGANISING COMMITTEE

Saïd BADRANE (CNRST, Rabat)
Ahmed BARAKAT (FST, Béni Mellal)
Abdelhalim BENYOUCEF (FST, Béni Mellal)
Abdelmajid HIDDIOUI (FST, Béni Mellal)
Mohammed ELBAGHDADI (FST, Béni Mellal)
Jaouad GUEZAL (FST, Béni Mellal)
Mohammed JAFFAL (FST, Marrakech)
Fatima KHOULAI (EM d'Ingénieurs, Rabat)
Samir NADEM (FST, Béni Mellal)
Abdessamad NAJINE (FST, Béni Mellal)
Zakaria OUZEBANE (FS, Meknès)
Mustapha RAOUF (Sté RAVITA, FBS)
Jamila RAIS (FST, Béni Mellal)
Fadwa REDOUANI (FST, Béni Mellal)
Mohammed RHALMI (FST, Béni Mellal)
Rachida SAJI (FST, Béni Mellal)
Hasna ZIDANE (FST, Béni Mellal)

COMITE DE PILOTAGE STEERING COMMITTEE

Abdessamad NAJINE (FST, Béni Mellal, Maroc)
Tahar AIFA (Université de Rennes 1, France)

COMITE SCIENTIFIQUE SCIENTIFIC COMMITTEE

Tahar AIFA (Université de Rennes 1, France)
Laurent AMEGLIO (Exiges, Johannesburg, RSA)
Kamel BADDARI (Université de Boumerdès, Algérie)
Saïd BADRANE (CNRST, Maroc)
Lahcen BAHY (EMI, Rabat, Maroc)
Lahcen BAIDER (FS Aïn Chok, Casablanca, Maroc)
Ahmed BARAKAT (FST, Béni Mellal, Maroc)
Boualem BAYOU (CRAAG, Algérie)
Rachid BENAKHY (OBE, Maroc)
Noureddine BENALIOULHAJ (EMI, Maroc)
Abdelhalim BENYOUCEF (FST, Béni Mellal, Maroc)
Antonio Pulido BOSCH (Université d'Almeria, Espagne)
Nora BOUCHAHM (CRSTRA, Biskra, Algérie)
Lhoucine BOUCHAOU (FS Agadir, Maroc)
Louis BRIQUEU (Université de Montpellier 2, France)
Albert CASAS (Université de Barcelone, Espagne)
Larbi DJABRI (Université d'Annaba, Algérie)
Mohammed EL BAGHDADI (FST, Béni Mellal, Maroc)
Ali ESSAHLAOUI (FS, Meknès, Maroc)
Sérigne FAYE (UCAD, Dakar, Sénégal)
Ahmed FOUGHALI (FS, Marrakech, Maroc)
Samia HADJ SAID (Université d'Ouargla, Algérie)
Mohammed JAFFAL (FST, Marrakech, Maroc)
Hervé JOURDE (Université de Montpellier 2, France)
Abdelmajid HIDDIOUI (FST, Béni Mellal)
Richard LAGABRIELLE (LCPC, Nantes, France)
Ahmed MALIKI (Managem, Maroc)
Manuel MATIS SENOS (Université d'Aveiro, Portugal)
Hassina MOURI (Université de Johannesburg, RSA)
Mohammed MAYOUSSI (FLSH, Béni-Mellal, Maroc)
Jacques MUDRY (Université de Besançon, France)
Abdessamad NAJINE (FST, Béni Mellal, Maroc)
Séverin PISTRE (Université de Montpellier 2, France)
Jamila RAIS (FST, Béni Mellal, Maroc)
Mohammed RHALMI (FST, Béni Mellal, Maroc)
Abdelkader SAADALLAH (SaadGeo, Stavanger, Norvège)
Jean Luc SEIDEL (Université de Montpellier 2, France)
Ahmed Chérif TOUBAL (USTHB Alger, Algérie)
Jean VAN DEN DRIESSCHE (Université de Rennes 1, France)

PROGRAMME SYNTHETIQUE

SYNTHETIC PROGRAMME

Mercredi 14 Novembre 2012
Wednesday November 14th, 2012

Matinée/Morning:

8^h30- 9^h30 : Accueil et inscription/*Welcome and registration*
9^h30-10^h30 : Cérémonie d'ouverture/*Opening ceremony*
10^h30-11^h00 : Pause café/*Coffee Break*
11^h00-13^h30 : Communications orales/*Talks sessions*

13^h30 – 15^h00 : Déjeuner/*Lunch*

Après-Midi/Afternoon:

15^h00-16^h30 : Communications orales/*Talks sessions*
16^h30-17^h00 : Pause café et séances posters/*Coffee Break and Posters sessions*
17^h00-19^h00 : Communications orales/*Talks sessions*

Jeudi 15 Novembre 2012
Thursday November 15th, 2012

Matinée/Morning:

9^h00-11^h00 : Communications orales/*Talks sessions*
11^h00-11^h30 : Pause café et séances posters/*Coffee Break and Posters sessions*
11^h30-13^h30 : Communications orales/*Talks sessions*

13^h30 – 15^h00 : Déjeuner/*Lunch*

Après-Midi/Afternoon:

15^h00-16^h30 : Communications orales/*Talks sessions*
16^h30-17^h00 : Pause café et séances posters/*Coffee Break and Posters sessions*
17^h00-19^h00 : Communications orales/*Talks sessions*

Vendredi 16 Novembre 2012
Friday November 16th, 2012

Excursion scientifique/*Scientific field trip*
Tables rondes/*Panels*
Dîner/*Farewell Dinner*

NB: Communications orales: elles sont limitées à 15 mn (discussions comprises)/**Talks:** they are limited to 15 mn (including discussions)
Posters: projection powerpoint possible, limitée à 2 mn max, d'une seule image (synthèse) (contacter le président ou vice-président de séance)/**Posters:** possible talks, limited to 2 mn, on a single powerpoint picture (synthesis) (contact the convener or co-convener)

PROGRAMME DETAILLE

DETAILED PROGRAMME

Thèmes du Colloque/*Themes of the Colloquium:*

1 Stock management: space distribution, supply and demand/*Gestion de la ressource : répartition spatiale, offre et demande;*

2 Modeling of the karstic systems, complex mediums/*Modélisation des systèmes karstiques, milieux complexes;*

3 Hydrogeology and hydrology at the time of climate changes/*Hydrogéologie et hydrologie à l'heure des changements climatiques ;*

4 Water quality, town planning and health: a trilogy to fight against poverty/*Qualité de l'eau, urbanisme et santé : une trilogie pour lutter contre la pauvreté ;*

5 Water, energy, irrigation: factors of development and food safety/*Eau, énergie, irrigation : facteurs de développement et sécurité alimentaire ;*

6 Water, environment, durable management and of the hydrous catastrophes/*Eau, environnement, gestion durable et des catastrophes hydriques ;*

7 Woman, education and training relating to water/*Femme, éducation et formation relatives à l'eau ;*

8 African network of the data, the consequences and competences in answer to the policy issues of the 21st century/*Réseau africain des données, des conséquences et des compétences en réponse aux enjeux politiques du 21ème siècle.*

RESUMES

ABSTRACTS



Contenu / Contents

Préface / Preface	2
Mohamed Abba, Ali Essahlaoui : Apport de la télédétection et des SIG à l'étude de l'évolution de la palmeraie dans la région d'Errachidia : Moyen Ziz	25
Mohamed Abbad, Sid Ahmed Snoussi : Accumulation de proline chez la tomate dans un environnement salin	27
Okba Abdelhafid Abdelali, Fatima Khemies : Modèles de stations d'épuration des eaux usées en Algérie	28
Noureddine Abdelkrim, Abdelhamid Bradai : Impact d'une eau à alcalinité résiduelle calcite positive sur la qualité des sols en condition contrôlée. Application au Bas Chéelif, Algérie	28
Qasem Abdul-Jaber, Nidal Mahmoud : Suitability of the water of the drinking wells in the Mountain aquifer, West Bank, Palestine for drinking and other domestic purposes	29
Halima Abblaoui, Abdelkader Baïche : Structure et fonctionnement de trois émergences karstiques des monts de Tlemcen à partir des réponses hydrologiques et hydrochimiques	30
Driss Abrid, Abdellah El Hmaidi, Abdelaziz Abdallaoui, Ali Essahlaoui : Caractéristiques de la contamination métallique des sédiments de la retenue du barrage Sidi Chahed, Meknès, Maroc	31
Driss Abrid, Abdellah El Hmaidi, Abdelaziz Abdallaoui, Ali Essahlaoui : Impact de la pollution sur les eaux de la retenue du barrage Sidi Chahed, Meknès, Maroc. Etude physico-chimique et bactériologique	32
Saliha Achi : أزمة الموارد المائية والتنمية المستدامة: تجارب دولية عثي صليحة	34
Imen Aichouri : River flow model using Artificial Neural Networks in the Seybouse Basin, northern part of Algeria	35
Hanane Ait Hammou, Delphine Latour, Marion Sabart, Samira Samoudi, Khadija Mouhri, Joel Robin, Mohamed Loudiki : Variations verticales du potentiel toxique de <i>Microcystis Aeruginosa</i> dans un lac de barrage récemment mis en eau	36
Nadia Akdim, Kamal Labbassi, Massimo Menenti, Salah Er-raki, Latifa Gana : Potentialités des images SPOT HRV pour le suivi d'irrigation dans un contexte semi-aride: estimation des besoins en eau des cultures dans la région des Doukkala, Maroc	37
Abderrahmen Akkacha, Abdelkader Douaoui : Etude à l'échelle de la parcelle de la dynamique de la salinité des sols de la plaine du Bas-Chéelif	38
Hacène Alayat , Rachida Satouh, Samia Mouissi : Contribution à la connaissance de la bathymétrie et de la distribution spatiale de N, P, K de la vase du lac Tonga encombré de végétation, extrême nord-est algérien	39
Zuhair H. Al-Hafi F, Khalil I. Al-Samarrai : Evolution of hydrochemical facies of the groundwater of the shallow aquifer, northwest Libya	40
Wasim Ali, Heinz Hoetzel, Nico Goldscheider, Tanja Liesch, Jochen Klinger : Integrated Water Resources Strategy for the Jordan Valley as a case study for an IWRS for the Middle East and the Southern Mediterranean	41
Karim Allek, Mohamed Hamoudi, Abdelhafid Bouguern, Djamel Boubaya : Apport de la méthode aéromagnétique et de la prospection électrique à l'identification des aquifères des roches volcaniques fissurées de la région de Bab El Assa, Algérie	42
Samia Amarouche-Yala, Adnane Soufi Moulla, Ahmed Azbouche, Sid Ali Ouarezki, Ali Benouadah, Abd El Ouahab Bentabet : Caractérisation physico-chimique, microbiologique et radiologique de quelques sources thermales algériennes	44
Noureddine Amenzou, Hamid Marah, Jamal Ezzahar, Said Khabba, Mohammed Ismaili, Fatima Raïbi, Ghizlane Aouade, Fouad Taous, Lee Kheng Heng : Partition de l'évapotranspiration réelle en évaporation du sol et transpiration des couverts végétaux à partir du traçage isotopique (δD) en milieu naturel : cas de blé irrigué gravitaire	45

Djamel Amimeur, Saâdia Guergazi, Samia Achour : Possibilité d'élimination de la matière organique de type humique par adsorption sur différents matériaux d'une eau de surface de la région de Béjaïa, Algérie	46
Ernest Amoussou, Pierre Camberlin, Gil Mahe, Yves Trambly, Houessou Sotelle, Eric Servat, Michel Boko : Impact des changements climatiques et du barrage de Nangbeto sur les écoulements de surface du système Mono-Couffo, golfe de Guinée	47
Meriam Amziane, Zahia Djenane, Lamia Yaici, Soumia Remane, Okba Selama, Amina Zerrouki, Nawel Madour, Zohra Sadouk, Max Bechet, Marlène Chollet, Philippe Jacques, Ahmed Abderrahmani, Farida Nateche : Mise en évidence du potentiel en molécules bio-actives à partir de souches de <i>Bacillus</i> halotolérantes isolées des lacs salés du sud algérien	50
Laiche Aouidane, Ayach Laabassi, Abdallah Khazmim, Fethi Tir : Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la ville de Checher-Khenchela, Algérie	51
Moulay Hachem Aouragh, Ali Essahlaoui, Abdelhadi El Ouali, Abdellah El Hmaidi : Reconnaissance des réservoirs karstiques d'eau souterraine du Causse moyen atlasique (Maroc) en utilisant les SIG et la télédétection spatiale	52
Boutaina Arich, Mohamed Rhajaoui, Adbrahmane Ait Lhaj, Samira Snouci, Driss Belghyti : Etude bactériologique des eaux des barrages collinaires de la région de Souss Massa	54
Abdelkrim Arioua : Appel à un SIG pour évaluer l'impact des charges polluantes sur les ressources en eaux. Cas du sous bassin moyen de l'Oum Er Rbia	55
Abdelkrim Arioua : Causes et dégâts des inondations des bassins versants du piedmont de l'Atlas de Béni Mellal	56
Samira Wissem Astite, Nesr-Eddine Belabid, Abderrahmane Medjerab : Cartographie des zones inondables à l'aide d'une modélisation hydraulique. Cas de Oued El Harrach, Alger	57
Ali Athamena, Malika Athamena, Dalila Ziani : Pratiques agricoles et risque de pollution des aquifères. Cas de la plaine de Zana dans l'est algérien	58
Ali Athamena, Malika Athamena : Accidents géologiques et conditions d'émergence des sources, cas des sources Kochbi et Guerdjima, est algérien	59
Malika Athamena, Ali Athamena : Potentialité d'une source thermale dans le massif des Aurès, Algérie	60
Aicha Attaf, Mohamed Meddi : Impact des changements climatiques sur les ressources en eau dans le nord-occidental de l'Algérie	61
Badra Attoui, Nacer Khérici, Houria Bousnoubra, Nadjet Zair : Application de la nouvelle méthode de la vulnérabilité et du risque de pollution dans les nappes d'eau de l'extrême nord-est algérien	62
Adel Ayari, Houda Morakchi, Djamil Gacemi Kirane : Activité antifongique d'une nouvelle souche <i>streptomyces</i> sp. S21 isolée à partir des sédiments du lac Oubeira (nord-est algérien) sur <i>aspergillus flavus</i>	63
Riad Ayeche, Salim Bounab, Farida Bounab : Etude de la dépollution des eaux usées résiduaires urbaines de la ville de Bordj Bou Arreridj (Algérie) par le procédé de coagulation-floculation	64
Yassin Azzi, Ali Essahlaoui, Abdellah El Hmaidi, Abdelhadi El Ouali : Evaluation de la vulnérabilité à la pollution de la nappe phréatique du Causse moyen atlasique, région El Hajeb-Ifrane, par la méthode drastique utilisant les SIG	67
Fethi Baali, Kemissi Chamekh, Bouteraa Moufida, Chemseddine Fehdi, Abdelkader Rouabhia : Relation fracturation morphologie, implications hydrogéologiques. Exemple des calcaires fissures de la région de Chéria, nord-est algérien	69
Oum Elkheir Bachi, Samia Bissati, Sofiane Saggaï : Traitement des eaux usées domestiques par plantes. Cas du Sahara septentrional algérien	70
Abdelkader Baiche, Sidi Mohamed Hayane, Halima Ablaoui : Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem	70
Bakreti, A. Benali, H. Mansour : Analyse des tendances sur les précipitations dans le bassin de la Tafna, Algérie Nord-Occidentale	71

Meriem Bamaarouf, Jawad Elghabi, Hichame Ihmaine : Le réacteur anaérobie élément clé du système intégré	72
Doha Barrani, Abdelhamid Bouzidi : Impact des rejets des industries textiles sur la santé humaine	73
Abderrahim Barroug, Mustapha Boulghalatte, Latifa Laallam, Ahmed Jouaiti : Contribution à l'étude des diagrammes de phases eau-sel	74
Abderrahim Barroug, Latifa Laallam, Mustapha Boulghalatte, Ahmed Jouaiti : Modélisation des diagrammes de phase par le modèle pseudo-idéal. Exemple de l'eau de mer	75
Ridha Bechri, Mehrez Chafer : Mobilisation des bénévoles et développement durable des zones desservies par les associations des usagers directs de l'eau dans un contexte de transition démocratique	76
Redouane Bekhedda, Rehia Lazreg : Le système d'irrigation : savoir-faire et durabilité. Cas du Ksar de Boukais, Algérie	77
Fouzia Belaib, Abdesslam Hassen Meniai, Rima Chahinez Azzi, Esma Geghloud : Etude de la rétention du cristal violet par des adsorbants composites à base de gel de silice-polymère	78
Dalila Belfar, Chemseddine Fehdi, Elias Salameh : Characterisation of the main karst aquifers of the Tezbent mountain, Tebessa region, northeast of Algeria, using a hydrogeochemical approach	79
Abdelkader Belhadi : Contribution à l'élaboration de la carte des réseaux hydrographiques et leur impact sur le potentiel apicoles. Cas des monts de Béni Chougrane, Mascara, Algérie	80
Karim Belkadi, Mustapha Zouaoui-Rabah : Etude de la qualité des eaux d'irrigation dans la plaine de Sidi-Bel-Abbès, Algérie	80
Fatma Belkessam, Mohand Aidene, Hakim Lounici : Etude de l'influence de différents paramètres sur l'élimination du chrome hexavalent par électrocoagulation bipolaire	81
Moulay Belkhodja, Nadia Soualmi : Intérêt de l'irrigation à l'eau de mer des plantes. Cas d'une halophyte comme marqueur biologique de la tolérance à la salinité, dans la perspective de réhabilitation des zones arides	82
Wafae Belkoda, Khalid Elkalay, Mohamed Loudiki, Karima Khalil : Résultats préliminaires sur la qualité physico-chimique et biologique de la digue Sidi Abderrahmane, Safi, Maroc	84
Mohammed Belmekki, Rachid Mrabet, Rachid Moussadek, Bouhaib Bencharki, Oumaima Ibenhalima : Influence du travail du sol et de la gestion des résidus sur les propriétés d'un sol calcimagnésique en milieu semi-aride marocain	85
Mohamed Ben Abbou, Mounia El Haji, Fatima Fadil : Détermination de la qualité physico-chimique et biologique du bassin versant de l'Oued Larbaâ	86
Mohamed Ben Haddou, Ali Essahlaoui, Abdelhadi El Ouali : Contexte hydroclimatologique du secteur Kénitra Moulay Bousselham et son impact sur le tassement des sols	87
Anis Ben Nasr, Khaled Walha, Catherine Charcosset, Raja Ben Amar : Elimination des ions fluorures en utilisant l'os de seiche	89
Khéloufi Benabdeli, Rabéa Boutamine : Impact de la gestion non durable de l'eau et du sol sur la sécurité alimentaire en Algérie	90
Tamara Benabdesselam, Hocine Amarchi, Messaouda Beb : Approche régionale pour l'estimation des précipitations extrêmes journalières d'une région semi-aride du nord-est algérien	92
Boucheta Benaini : Gestion intégrée des eaux dans le bassin transfrontalier la Tafna, nord-ouest algérien : état des lieux et perspectives	95
Samira Benamar, Ali Essahlaoui, Abdellah El Hmaidi, Abdelhadi El Ouali : Quantification de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Beht amont, région de Tigrigra, Azrou	96

Abdelkrim Benaradj, Hafidha Boucherit, Khalladi Mederbal, Okkacha Hasnaoui, Farid Aibout, Djillali Baghdadi : Les ressources en eau et les enjeux environnementaux dans la région steppique de Nâama, Algérie	98
Abdelkrim Benaradj, Hafidha Boucherit, Khalladi Mederbal, Khéloufi Benabdeli, Okkacha Hasnaoui, Farid Aibout, Djillali Baghdadi : Effet de la mise en défens sur diversité floristique de la steppe ligneuse à <i>Hammada scoparia</i> dans les parcours steppiques de Nâama, Algérie	99
Mohamed Ben-Daoud, O. Mouhaddach, Ali Essahlaoui, Marnik Vanclooster, Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari : Evaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution à l'aide des systèmes d'information géographique	100
Fatima Benelharkati, Driss Belghyti, Khadija Elkharrim, Sanae Sadek, Mina Elmarkhi : Etude parasitologique des eaux usées de Sidi Yahia du Gharb, Maroc	101
Fatima Benelharkati, Sanae Sadek, Khadija Elkharrim, Mina Elmarkhi, Driss Belghyti : Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et parasitologique des eaux usées de l'Oued Tiflet, Sidi Yahia du Gharb, Maroc	102
Hocine Benhamadi, Chaffai Hicham, Fathi Baali : Conséquences géotechniques de la surexploitation des aquifères karstiques. Cas du plateau de Chéria, sud-est algérien	103
Dalila Benlarbi, Sofiane Saggai : Etude comparative entre l'irrigation localisée et l'irrigation souterraine dans les régions arides et semi-arides	104
Khadidja Benouis, Djamila Harrache, Khéloufi Benabdeli : Etude de l'impact de l'environnement sur la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la wilaya de Sidi Bel Abbès, ouest algérien	105
Badr Benseddik : Mise en place d'un système d'aide à la décision (SAD) pour les ressources en eaux du Gharb	106
Sabri Berhail, Lahbassi Ouerdachi, Mehdi Keblouti : Estimating of groundwater recharge using MRC techniques and Meyboom method. A case study: Seybouse watershed, Algeria	108
Ridouane Berrhazi : Evaluation de l'impact de la participation paysanne dans les aménagements hydro-agricoles. Cas des associations des usagers des eaux agricoles (AUEA) de la petite et moyenne hydraulique (PMH) des provinces du nord marocain	109
Amel Bouanane-Darenfed, Marie laure Fardeau, Bernard Ollivier, Hocine Hacene : Géomicrobiologie d'une source d'eau thermominérale du nord de l'Algérie	110
Mohamed Bouazza, Noury Benabadji : Impact du changement climatique sur la végétation de l'Algérie occidentale	112
Bassou Bouazzama, Dimitri Xanthoulis, Ahmed Bouaziz, Pierre Ruelle, Jean-Claude Mailhol : Effet de l'irrigation déficitaire sur le rendement et l'efficience d'utilisation de l'eau chez le maïs ensilage au périmètre irrigué de Tadla	113
Nora Bouchahm, Abdelmalek Drouiche, Warda Chaib, Farah Fekraoui, Nora Salemkour : Identification des zones humides issues de la remontée des eaux dans la région d'Oued Righ, Bas Sahara algérien	114
Fattoum Bouchemal, Samia Achour : Chimisme des eaux profondes de la région de Biskra	115
Hafidha Boucherit, Abdelkrim Benaradj, Abdelmadjid Boulassel : Gestion intégrée et mise en valeur durable de l'écosystème montagneux, Monts de Tlemcen, Algérie	116
Abdelghani Boudhar, Lahoucine Hanich, Ahmed Marchane, Lionel Jarlan, Abdelghani Chehbouni : Combinaison entre l'approche expérimentale, Télédétection spatiale et modélisation pour l'étude des ressources hydriques en montagnes arides : cas du Haut Atlas marocain	117
Sonia Boudjabi, Mohammed Kribaa : Etude de l'épandage des boues sur la fréquence des mycorhizes et sur la production du blé dur. Approche à l'étude du transfert des métaux vers le grain	118
Abdelaziz Boudjadja, Mesaoud Nacer Nasredine, Hadj Kadour Boumedine : Gouvernance de l'eau et gestion des steppes algériennes	119

Nabil Bougherira, Dounia Nechem, Azzedine Hani, Abdelhamid Messameh, Toufik Djedri, Derraji Zouini : Evaluation de la ressource en eau par modèle numérique dans une région aride du sud-est d'Algérie	120
Mahmoud Bouhaous, Zohra Bengharez : Impact du climat et développement sociale sur l'état sanitaire d'une population enquêtée. Cas de la contamination des eaux souterraines par les nitrates dans la zone de Sidi Bel Abbès, nord-ouest algérien	121
Khadidja Boukharouba, Ahmed Kettab : Les apports liquides des Oueds en zones semi-arides purement ou partiellement aléatoires? cas de stations hydrométriques au nord de l'Algérie	122
Nadhra Boukrouma, Moussa Houhamdi : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique d'un écosystème aquatique artificiel. Cas de la retenue collinaire Ourkiss, Oum El Bouaghi, Algérie	123
Abdelmadjid Boulassel, Hafida Boucherit, Brahim Mouhouche, Abdelkrim Benaradj : Des techniques de gestion et de conservation de l'eau par et pour les paysans : quand la gestion de l'eau est un risque partagé par la communauté. Cas des écosystèmes fragiles en Algérie	124
Abdelmadjid Boulassel, Brahim Mouhouche, Moussa Lachibi, Naima Mellaoui, Samira Troudi : Eau et sécurité alimentaire : équation simple à variables complexes	125
Zakia Bourazza, Janati Idrissi Abdhamid : Insuffisance pluviométrique et aménagement hydro-agricole dans le périmètre irrigué de Guercif (Torch), Maroc oriental	126
Soraya Bouslah, Lahbassi Ouerdachi : Caractérisation de la pollution des eaux domestiques du réseau jusqu'au milieu récepteur, Sebkhia Safioun, Ouargla, sud-est algérien	127
Hamouda Boutaghane, Lahbassi Ouerdachi, Nawel Benouara : Analyse et caractérisation des rejets urbains dans le bassin versant de Oued Kouba, Annaba, Algérie	128
Bouchra Bouya, Ali Essahlaoui, Joëlle Riss, Mohamed Faouzi, Abdelhadi El Ouali, Mohamed Abdelbasset Hessane, Mohamed Benabbou : Caractérisation physico-chimiques des eaux de la nappe des Mnasra par analyse statistique multidimensionnelle, plaine du Gharb, Maroc	129
Abdelouhab Bouzidi, Soumia Blilita, Kamelia Bessam, Nadia Mahdeb : Evaluation de la qualité des eaux souterraines des régions de Sétif (nord Algérie) et de Hassi Messaoud (sud Algérie)	131
Abdelouhab Bouzidi, Halak Nidal, Samia Abdelali, Nadia Mahdeb : Evaluation des unités industrielles et de la ville de El-Eulma sur Oued El Mellah, Wilaya de Sétif, est Algérie	132
Salah Chaab, Nabil Brahmia, Bachir Saaidia, Kaddour Benmarce : Evaluation des ressources en eaux souterraines exploitables dans la région de Guelma, Algérie	133
Nabil Chabour : Caractérisation des aquifères karstiques en zone aride et semi-aride, sous contexte de forte hétérogénéité structurale dans la région des Ziban	135
Ahlam Chakir, Aicha saadi : Spatio-temporal variation of the physico-chemical parameters of the waters of Yacoub El Mansour reservoir, Morocco	136
Sameh Chargui, Christophe Cudennec, Mohamed Slimani : Effets d'échelle dans le fonctionnement hydrologique des bassins versants de Merguellil et de Skhira : exploration à l'aide d'une modélisation à base géomorphologique	137
Lynda Chebbah, Abderrahman Boudoukha, Abdesslem Kabour, Abdelhak Maazouzi : Caractérisation hydrochimique des eaux souterraines dans les zones arides : cas de l'aquifère du grès carbonifère de Kenadsa, sud-ouest algérien	138
Fatma Zohra Chekired-Bouras, Noureddine Dechemi : Optimisation de la gestion de la ressource en eau par l'utilisation des algorithmes génétiques : cas du barrage de la Cheffia, Algérie	139
Azzeddine Chenafi, Philippe Monney, Danilo Christen, Abderrahmane Boudoukha, Christoph Carlen : Réponse du pommier (Gala) à l'irrigation déficitaire régulée appliquée durant la deuxième période de croissance du fruit	141
Hichem Cherad, Lahbassi Ouerdachi : Comparaison de la simulation en continue et la simulation événementielle de la transformation pluie-débit	142

Khadidja Cherki : Simulation des crues par le modèle génie rural GR4J. Application au bassin versant de l'Isser, affluent du bassin de la Tafna	143
Mohamed Chettih, Moussaab Zakhrouf : Performance de l'hybridation des algorithmes de l'intelligence artificielle aux transformées en ondelettes et à la logique floue dans la prévision des débits extrêmes	144
Thibaut Constant, Abdeljalil Lioeddine, Séverine Charrière, Yves Emsellem : Gestion, protection, planification des ressources en eau: intégration, modélisation et applications	145
Naouel Dali, Derradji Zouini : La gestion durable des ressources en eaux du bassin versant de Gareat El Tarf, nord-est algérien	148
Zainab Damsiri, Laila Natij, Karima Khalil, Mohamed Loudiki, Christophe Rabouille, Khalid Elkalay : Répartition spatio-temporelle des nutriments de la lagune Oualidia, côte Atlantique marocaine	149
El Arbi Daroui, Azzouz Boukroute, Nour-Eddine Kouddane, Abdelbasset Berrichi : Effet du stress hydrique sur la croissance et le développement <i>in situ</i> du <i>Sophora</i> du Japon (<i>Sophora japonica</i>)	150
Youcef Dedjell : La contribution du système ancestral de partage des eaux dans la gestion intégrée de la ressource en eau dans la région de Ghardaïa	151
Mathias Diédhiou, Seynabou Cissé Faye, Ousmane Coly Diouf, Sérigné Faye, Mactar Diaw, Stefan Wohnlich : Origine de la salinisation des eaux souterraines dans un aquifère à forte pression anthropique : cas de la nappe de Thiaroye, Dakar, Sénégal	152
Larbi Djabri, Azzedine Hani, Hichem Zerrouki, Lassaad Ghrieb : Origines de la dégradation de la qualité des eaux de quelques cours d'eau de l'est algérien (Seybouse, Kebir est et ouest, Rhumel, Medjerda)	153
Larbi Djabri, Azzedine Hani, Hicham Chaffai, Hichem Zerrouki, Lassaad Ghrieb : Impacts des facteurs naturels sur la qualité des eaux en zone semi aride : cas de la plaine alluviale de Tébessa, Algérie	154
Amel Djedaoune, Houria Kherici-Bousnoubra, Nacer Kherici : La cinétique de dégradation de la matière organique en réseau d'assainissement unitaire de la ville d'Annaba, nord-est algérien	155
Saadane Djorfi, Samir Djorfi, Samir Lekoui, Fatih Boucenna, Atif Foufou : Evaluation du risque de pollution des eaux souterraines de la plaine ouest de la région de Annaba, Algérie	156
Hikmat Douhri, Mohamed Lahmam, Ihssane Raissouni : Impact de l'urbanisation sur les ressources hydriques: cas de la région Tanger-Tétouan	157
Tarek Drias, Ahmed Chérif Toubal : Utilisation des SIG pour la caractérisation de la vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine. Application à la nappe de Tébessa-Morsott, Algérie	158
Amal El Aichaoui , Aicha Benmohammadi : Apport des outils informatiques à l'étude des risques d'inondations dans la plaine du Gharb, Maroc	159
Hicham El Badaoui, Abdelaziz Abdallaoui, Abdelali Er-radouani, Laurent Lancelot : Elaboration des modèles mathématiques stochastiques pour la prédiction des teneurs en métaux lourds des eaux superficielles en utilisant les réseaux de neurones artificiels et la régression linéaire multiple	160
Mohamed El Bouhaddioui, Abdelaziz Mridekh, Bouabid El Mansouri, Malika Kili, Asmaa Mansouri, Bouchaib Mograne, Houssine El Gasmi : Cartographie des aquifères pilo-quaternaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental	161
Saliha Elbouzidi, Hamid Marah, Abdallah Alaoui, Fatima Raibi, Najiba Brhadda : Etat de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la plaine du Gharb	162
Atika El Fatihi : Etude hydrologique et hydrogéologique de la région de Sidi Mghait, province d'Asilah, nord-ouest du Maroc	163
Faraj El Fatihi : Mise en place de méthodes d'évaluation et de valorisation des ressources hydriques du bassin de Tata, sud du Maroc	165
Meriem Marie El Fergougui, Djamel Boutoutaou : Modélisation de l'évaporation des eaux de la nappe phréatique des zones	

arides. Cas de la région de Ouargla, Algérie	167
Hamou Elfijji, Ahmed Boukdir : La géophysique appliquée à la recherche de l'eau, approche méthodologique et étude du cas de Charf El Akab dans la région de Tanger	168
Jaouad Elghabi, Hichame Ihmaine, Meriem Bamaarouf, Jamal Eddine Jellal : Optimisation de fonctionnement d'un chenal algal à haut rendement	170
El Houssine El Gasmi, Bouabid El Mansouri, Mohamed Tammal, Lhoussaine Elmezouary : Approche hydrodynamique et structurelle des échanges entre l'aquifère de la plaine de Berrechid et le plateau de Settât, Maroc	171
Mohamed El Haïtoun, Fatiha Barka : Contribution à l'étude de la biodiversité agricole dans la région de Tlemcen et la stratégie de préservation pour un développement durable. Cas de la pomme de terre	173
Tarik El Hammoumi : Caractérisation physico-chimique des eaux potables produites par la station de traitement de Mkansa, Maroc	174
Mounir Elheloui, Rachida Mimouni : Impact de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la nappe phréatique de la région de Tiznit	175
Abdellah El Hmaidi, Driss Abrid, Abdelaziz Abdallaoui, Ali Essahlaoui, Abdelhadi El Ouali : Caractérisation sédimentologique et physico-chimique des sédiments de carottes de la retenue du barrage Sidi Chahed, nord-ouest de Meknès, Maroc	176
Zakaria El-Houbi, Ali Essahlaoui : Outil SIG et gestion quantitative et qualitative des ressources en eau dans la préfecture de Meknès Ismaïlia	177
Khalid Elkalay, Karima Khalil, Wafae Belokda, Blaid Bougadir, Mohammed Loudiki : Démarche de modélisation d'un écosystème lacustre: application au Lac Sidi Abderrahman, région de Safi, Maroc	178
Mohamed El-Kashouty, Ahmed El-Kammar, Mohamed Mokhtar Yehia, Ghadir Miro : Regional distribution patterns of TDS and heavy metals in groundwater at Damascus city and its surroundings, Syria	179
Mina El Markhi, Fatima Benelharkati, Khadija Elkharrim, Sanae Sadek, Driss Belghyti : Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la décharge de Ouled Berjal, Kenitra, Maroc	180
Lhoussaine El Mezouary, Bouabid El Mansouri, El Houssine El Gasmi, Jamal Chao, Malika Kili : La réponse au problème de la pénurie d'eau prévisible par la recharge artificielle dans la nappe de Tafilalet, Maroc	181
Mohamed El Mimouni, Ali Essahlaoui, Lahcen Chillasse : Contribution à l'étude et à l'évaluation de l'état hydromorphologique et géomorphologique du cours d'eau de l'Oued Sebou	183
Abdelhadi El Ouali, Hassane Laamrani, Ali Essahlaoui, Abdellah Elhmaidi, Mohammed Yijjou : Impact d'une période pluvieuse sur la nappe quaternaire de la plaine de Tafilalet, sud-est du Maroc	185
Adil El Yahyaoui, Hamid Marah, Radouan Saadi, Fatima Raïbi : Détermination des éléments traces dans les échantillons d'eau par ICP-MS	187
Ali Essahlaoui, Joëlle Riss, Colette Sirieix, Antoine Marache : Caractérisation des réservoirs d'eau souterraine à l'aide de l'analyse statistique et géostatistique des sondages électriques au sud du bassin de Saïss, Maroc	189
Ali Essahlaoui, Mustapha Zraïb, Lhoussaine Ouchguenou, Abdelhadi El Ouali, Abdellah El Hmaidi : Evaluation de la vulnérabilité à la pollution de la nappe phréatique de Meknès-Fès par la méthode DRASTIC utilisant les SIG	191
Jamal Ezzahar, Hamid Marah, Nouredine Amenouz, Ghezlane Aouade, Jiahd Toumi, Salah Er-Raki, Fouad Taous, Lionel Jarlan, Heng Lee : Using the Aquacrop model for partitioning of evapotranspiration into soil and plant components for winter wheat in a semi-arid region	193
Nawal Ezzirari, Lahcen Bahi : Caractérisation physico-chimique de la décharge de Mohammedia, Maroc	194
Djamel Fadel, Mohamed Lamine Harkat : Evaluation des potentialités paysagères d'un plan d'eau dans le nord-est algérien en vue de son utilisation à des fins récréatives et de loisirs	195

Fatima Zahra Faqihi, Naoual Rais, Khalid Barkouki : Modélisation bidimensionnelle de l'Oued Beht, plaine du Gharb	196
Rachid Fathallah, Azzeddine Elmidaoui : Elimination du fer et du manganèse des eaux souterraines de la région du Gharb par procédé physico-chimique	197
Zhor Fathallah, Abdelkrim Chahine, Mohammed Ebntouhami : Utilisation de la technique sol-gel dans le développement des matériaux vitreux du système $x\text{Na}_2\text{O}-y\text{ZnO}-z\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{tP}_2\text{O}_5$ matrices pour l'encapsulation des métaux lourds	198
Moustapha Faye : Flow modelling in urban areas (Rufisque zone): Application to the dimensioning of hydraulic structures in the context of climate change	199
A.M. Feddal : Effet des techniques culturales simplifiées sur la conservation de l'eau et risque de pollution	200
Meriem Fellag, Mohammed Achite : Etude de la variabilité de la sécheresse météorologique dans le nord-ouest de l'Algérie. Etude de cas	201
Rachid Fghire, Abdelali Chraïbi, Said Wahbi : Does deficit irrigation be a sustainable approach for optimized Quinoa production in arid and semi-arid regions?	202
Mustapha Filahi : Utilisation de l'eau dans le secteur agricole. Enjeux et perspectives	203
Salim Foudeil, Taïbi Lamhasni, Saadia Ait Lyazidi, Mustapha Haddad, Fouad Benyaich, Ahmed Boughdad : Analyse spectrométrique directe de pesticides dans les sols et dans les eaux de la région de Meknès : création d'une base d'emprunts spectrales optiques multi-composantes	204
Ammar Foufou, Jean-Paul Bord, Marc Cote : La gestion paysanne de l'eau agricole dans les palmeraies traditionnelles périurbaines de Biskra "quand les pratiques paysannes s'avèrent plus économes que les nouvelles techniques hydrauliques adoptées pour l'agriculture productiviste"	205
Hafida Gaffour, Malika Mokhtari : Etude de la photolyse du 4-Nitrophénol en présence de H_2O_2	206
Marwan Ghanem : Hydrochemical characteristics of the runoff in Anata catchment, Palestine	207
Abderrahmane Nekkache Ghenim, Abdesselam Megnounif : Evolution de la pluviométrie dans le bassin versant de la Tafna au cours du siècle écoulé	208
Saâdia Guergazi, Khemissi Yahiaoui, Samia Achour : Influence de la présence des acides aminés sur l'adsorption des substances humiques sur charbon actif en poudre	209
Saâdia Guergazi, Djamel Amimeur, Khemissi Yahiaoui, Samia Achour : Qualité des eaux de deux barrages du sud-est algérien. Effet de l'adsorption sur charbon actif	211
Hocine Hacene, Saad Boutaiba, Narimane Addou : Etude de la Biodiversité dans les sebkhas et chotts du Sahara Algérien	213
Lamia Hachemi Rachedi, Hocine Amarchi, Mohamed Lamine Khalfa : Caractérisation de la pollution organique des eaux de Oued Seybouse. Cas de la Basse Seybouse, nord-est algérien	216
Soraya Hadj Zobir : Origine des anomalies chimiques des eaux de la zone minière de Kherraza, Annaba, nord-est algérien	217
Mansour Hadjeres, AbdelKader Chouache : الموارد المائية في الجزائر ، الإمكانيات و الإنجازات و رهانات المستقبل وفق منظور التسيير المستدام.	218
Riheb Hadji, Abdeslem Demdoun, Yacine Limani, Abd Errahmane Boumazbeur, Farid Zahri : Changements climatiques et aléa inondation dans une région semi-aride, bassin versant Bazer, nord-est algérien	220
Mohammed Amin Hafnaoui, Mosbah Ben Said, Ali Hachemi, Abderrahmane Noui, Fareh Fekraoui, Mohammed Madi : Utilisation des SIG pour l'étude de la vulnérabilité aux risques d'inondation	221
Hanane Hagoug, Laid Hamel : Contribution à la compréhension des problèmes de la maîtrise de l'eau en Algérie du nord : stratégies, politiques et vision	222
Oussama Hajji, Hakim Gabtni : Contribution de la sismique réflexion à la caractérisation des ressources en eau associées à	

la nappe profonde de Kalaa Khesba, Tunisie centre-ouest	223
Ismahan Halassi, Ali Elafri, Seyfeddine Maezoug, Moussa Houhamdi : L'auto-épuration au niveau des écosystèmes aquatiques de l'est algérien : utilisation de <i>Bdellovibrio bacteriovorus</i>	224
Amor Halitim : Qualité des eaux d'irrigation et réponse physique des sols à la salinité et à la sodicité en zones arides	225
Salah M. Hamad : Past and future of management practices for the water resources of Al Jabal Al Akhdar region, northeast Libya	227
Mani Hannouche, Fella Abour : L'ammoniac et la santé dans un milieu industriel urbanisé. Cas du complexe Fertial, plaine d'Annaba, nord-est algérien	227
Nabil Harrat, Ali Hachemi, Mesbah Ben Said : Epuration des eaux usées par le lagunage naturel dans les régions arides: résultats de pilote et perspectives	228
Jawad Hasan, Amjad Drabea : Delineation of Wellhead Protection (WHP) plans in karst aquifer limitations	229
Salim Heddami, Ibtissem Ladlani, Larbi Houichi, Lakhdar Djemili : Monthly reference evapotranspiration (ET ₀) modelling using Neuro Fuzzy techniques: case study of Algeria	231
Salim Heddami, Ibtissem Ladlani, Larbi Houichi, Lakhdar Djemili : Modelling daily reference evapotranspiration (ET ₀) in Algeria using two Artificial Neural Networks: a comparative study	232
Mohammed Laid Hemila, Bilel Djoulah : Caractérisation du comportement hydraulique du système aquifère karstique maastrichtien de Dyr (Tébessa, Algérie) par la méthode des analyses corrélatoires et spectrales	233
Nadia Hocini, Adnane Soufi Moulla : Detection of water leaks in Fom-El-Gherza dam, Algeria	235
Lamia Imine, Kahina Nait Amara, Fatma Belkessam, Mohand Aidene : Elimination du Nickel par électrocoagulation bipolaire	237
Mohammed Jalal, Mohammed Bahir, Nour-Eddine Laftouhi : Utilisation des isotopes stables de l'eau en milieux semi-arides. Cas du bassin d'Essaouira	237
Farid Jebrane, Abdellah El Aissaoui, Oussama El Gharras, Mounsif Bencheikroun : Facteurs influençant le transport des fertilisants dans un réseau d'irrigation localisée	238
Houcine Jeder, Mongi Sghaier, Kamel Louhichi, Ahmed Ben Khalifa : Vers une stratégie d'économie d'eau dans les périmètres irrigués sud-est tunisien, cas du bassin versant d'Oum Zessar	239
Fadwa Jeddi, Houcine Boussalwa, Ahmed El Harfi : Evaluation des paramètres physico-chimiques du Bas Oued Beht, Maroc	240
Abdesselem Kabour, Azedine Hani, Lynda Chebbah : Origine des éléments chimiques et identification des apports anthropiques dans les eaux souterraines, sous un climat aride : cas de la ville de Béchar, sud-ouest algérien	241
Lamyaa Kacem, M'bark Agoussine, Soraya Mokhtari : Le lac d'Ifni et la haute vallée de Tifnoute (parc national de Toubkal): caractérisation, diagnostic et propositions pour un développement durable	242
Saliou Kamara, Adrien Coly, Philippe Martin : Gestion des ouvrages hydrauliques et des ressources en eau dans le delta du Sénégal. Bilan d'une gouvernance de l'eau et perspectives de gestion intégrée	244
Hafsa Karahaçane, Mohamed Meddi, Hind Meddi : Evolution de la pluviométrie journalière dans le nord-ouest algérien	246
Jean Paul Katond Mbay "La turbine à vis d'Archimède, technologie innovante pour la gestion durable de l'eau et outil de développement des zones rurales en Afrique	248
Mehdi Keblouti, Lahbassi Ouerdachi, Sabri Berhail : Calibrated Radar-derived rainfall data for rainfall-runoff modeling case study Annaba, Algeria	250
Said Kechida, Hocine Amarchi : Analyse de la variabilité spatio-temporelle des précipitations du nord-est de l'Algérie. Cas du bassin de Seybouse	251

Mohamed Amine Kendouci, Abdelhak Maazouzi, Rachid Khelfaoui : Impact des méthodes d'irrigation (foggara, goutte à goutte, pivot) dans une région saharienne (Ksar) sur les eaux souterraines	253
Bachir Kerboua, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat : Nouvelles tendances de formation des ingénieurs pour une éducation à l'eau et un développement durable	254
Bachir Kerboua, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat : Sensibilisation à l'eau, moralité et culture de la femme et de la population	255
Bachir Kerboua, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat : Amélioration des performances des moteurs thermiques pour une bonne gestion des stations d'eau dans les zones arides	256
Ghaouti Kerrache, Abderrahmane Labani, Keloufi Benabdeli : Impact des travaux du pré-aménagement forestier sur les formations forestières et sur le bilan hydrique du massif préa-ménagé : cas de la forêt de Fenouane, Monts de Dahaya Saida, Algérie occidentale	257
Rachid Kerzabi, Hamid Mansour, Somia Yousfi, Jacques Mudry : Influence du caractère lithologique sur la minéralisation des eaux souterraines en zone aride. Exemple des aquifères du Continental intercalaire et du Jurassique de la région d'El Bayadh, nord-ouest algérien	258
Samia Khadhar, Ammar Mlayah, Anis Chekirben, Abdelkrim Charef, Nouha Shabou : Bassin versant d'Oued El Bey : impact des rejets sur la qualité des eaux de surface et vecteur de transport de la pollution métallique vers le golfe de Tunis, Tunisie	259
Karima Khalil, Khalid Elkalay, Wafae Belokda, Blaid Bougadir, Mohammed Loudiki : Modélisation écologique des lacs	261
Salim Khechana, Fadel Derradji : La gestion des ressources en eau dans la vallée de Oued-Souf, sud-est algérien : enjeux et perspectives	262
Fatima Khemies, Okba Abdelhafid Abdelali, Fatiha Barka : Recyclage des eaux usées dans la Wilaya de Tlemcen, Algérie : état et perspectives	263
Kaddour Khemmoudj, Houcine Bendadouche, Abderrhmane Boudoukha : Pollution des eaux de la nappe superficielle par les nitrates et les phosphates en région semi-aride. Cas de la région de Mériouet, nord-est algérien	264
Wahida Kherfane, Yahia Hammar : Etude de la transformation pluie-débit du bassin versant Tiffech, Souk Ahras, Algérie	265
Hocine Kiniouar, Souhil Mahdid : Contamination par les ETM de la zone humide d'El Kennar, Jijel, nord-est algérien	266
Ayache Laabassi, Laiche Aouidene : Etude de l'élimination des nutriments à l'aide d'un bioréacteur expérimental à microphytes dans la région de Batna	267
Said Laafou, Abdelaziz Abdallaoui, Amal Aboulkacem : Etude de la qualité bactériologique des eaux de certains puits et sources de la région Sebt Jahjouh, province d'El Hajeb, Maroc	267
Fethi Lachaal, Mourad Bédir, Jamila Tarhouni, Ayadi Ben Gacha, Christian Leduc : Groundwater flow modelling in arid and semi-arid regions using Modflow: case of Miocene aquifer of Zéramdine-Béni Hassen, East central Tunisia	268
Moussa Lakehal, Bachir Achour : Relation générale au calcul des conduites coulants en charge et à surface libre	269
Kaouthar Lakhdari, Abdelmadjid Boulassel, Nadjet Dakhia : Etude comparative de deux écosystèmes oasiens : Cas des oasis de Goug et d'El Alia, Sahara septentrional, Algérie	270
Mohamed Lasri, Khalid Obda, Emmanuel Reynard, Ali Taous, Mhamed Amyay : "Fréquence-intensité" : une approche pertinente pour la spatialisation et la cartographie du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès, Maroc	271
Rekia Lazreg, Redouane Bekhedda : Le système d'irrigation : savoir-faire et durabilité. Cas du Ksar de Boukais, Algérie	272
Sébastien Lebaut, Abdelghani Qadem, Mohamed Laaouane : Débits d'étiage et variabilité interannuelle des précipitations dans le Haut Sebou, Moyen-Atlas, Maroc: une problématique de gestion de la ressource en eau	273
Abdelhak Maazouzi, Abdelkader Badri, Ahmed Kettab, Mohamed Wahib Naceur, Brahim Zahraoui : Caractérisation physico-chimique des eaux usées domestiques de l'Oued Béchar, Algérie	274

Lahoucine Maghrani, Mohamed Daoud : Enjeux et rapports de forces entre les différents usagers de l'eau dans la plaine du Souss, Maroc	275
Nadia Mahdeb, Latifa Bentouati, Abdelouahab Bouzidi : Etude de l'impact de la pollution sur Oued Bousselam, Wilaya de Sétif, nord-est algérien	276
Nadia Mahdeb, Malika Khatir, Hanene Bouzidi, Abdelouahab Bouzidi : Evaluation de la qualité du lait de vaches à partir de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement dans la région de Sétif, Algérie orientale	277
Ahmed Makhloufi, Noura Seddiki, Abd Elhak Maazouzi, Soumia Achar, Wahiba Menir, Larbi Belarbi : Etude de l'impact des effluents de l'Oued Béchar (sud-ouest algérien) sur la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux souterraines	278
Salah Eddine Mallem, Hafiza Tatar, Abdellali Dokma : La problématique des ressources en eau dans le Sahara algérien : cas de la daïra de Tolga	279
Imane Mannani, A. Touil, Abdelfattah Benkaddour : Caractérisation hydrogéologique et hydrogéochimique du secteur nord de Draa Sfar	280
Hasna Mannas, Nour Eddine Chaouqy, Rachida Mimouni : Contribution à l'étude de la prévalence des vibrions dans l'eau, les coquillages et les sédiments du littoral d'Agadir et d'Essaouira, Maroc	281
Hamidi Mansour, Abdelkrim Zidouri, Abdelmadjid Benali : Valorisation des potentialités hydrogéologiques de l'aquifère jurassique profond transfrontalier algéro-marocain, plaine de Nedroma-Angads	282
Naim Mansri, Moussa Lakehal, Mahmoud Debabeche : Approche théorique à l'étude du ressaut hydraulique de type A forcé par marche positive	283
Rachid Masmoudi, Ahmed Kettab : Contribution à la limitation des pertes dans les systèmes de distribution d'eau potable pour la préservation de la ressource en zones arides du sud algérien. Cas de la région de Biskra	284
Majid Mathlouthi, Fethi Lebdi : Evaluation des ressources-besoins en eau d'un périmètre d'irrigation au nord de la Tunisie	285
Mohamed Ould Ahmed Maymtes, Ali Essahlaoui : Développement d'un outil SIG pour la gestion des ressources en eau d'irrigation dans un contexte de changement climatique	286
Lhoussine Mazoz : Evolution de la ressource en eau dans le Haut Sebou, cuvette intramontagnarde, expliquée par un climat semi-aride : dépression de Guigou	289
Abdesselam Megnounif, Abderrahmane Nekkache Ghenim, Nora-Louiza Megnounif, Faiza Allam : Flood and sediment dynamics in semi-arid environment Wadi Sebdou, northwest Algeria	291
Abdesselam Megnounif, Abderrahmane Nekkache Ghenim, Nora-Louiza Megnounif : Répartition et agressivité des pluies dans le nord-ouest algérien	292
Soumia Meguellati, Abderrahmane Boudoukha : Origine de la salinité des eaux souterraines. Cas de la nappe superficielle de la plaine de Boumia, Wilaya de Batna, est algérien	293
Smail Merabet, Abdelkrim Bouzaza, Smail Benkhanouche : Traitement de l'eau et optimisation du procédé de photodégradation des polluants organiques en utilisant le TiO ₂ fixé sur support	294
Assia Meziani, Hadda Dridi, mahdi Kalla : La pollution des eaux et ses conséquences dans le Souf, Sahara algérien	295
Khalid Mimich, Ali Essahlaoui, Rokia Boukhari Taleb : Etude des potentialités hydriques du bassin de Saiss et élaboration d'un modèle de gestion intégrée des ressources en eau du bassin par l'outil WEAP	297
Ammar Mlayah, Nouha Shabou, Salah Jellali : Etude de l'élimination du plomb dissous dans l'eau par des déchets de poudre de marbre en mode dynamique	299
Ahlem Mouffok, Sihem Mouffok, Mohamed Belhamra : Etude de la fixation symbiotique de l'azote chez la fève et la luzerne cultivée sous stress hydrique et salin	301

Brahim Mouhouche : Les problèmes du manque d'eau et l'agriculture algérienne	302
Ridha Mouici, Fethi Baali, Chems-Eddine Fehdi, Larbi Gadri, Moufida Bouteraa, Larbi Djabri : Impact environnemental des cavités karstiques éocènes de la région de Chéria, nord-est algérien. Conséquences géotechniques de la surexploitation d'un aquifère karstique	303
Aniss Moumen, Bouabid El Mansouri, Hassan Jarar Oulidi : SIG Open source et gestion durable des ressources en eaux	304
Abdelaziz Mridekh, Aghlana Mint Viyah, Bouabid El Mansouri, Asmae Mansouri, Bouchaib Mograne, Malika Kili, Jamal Echarfaoui : Corrélations statistiques entre les paramètres géoélectriques (RT et ρ) et hydrodynamiques (T et K) des aquifères plio-quaternaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental	305
Abdelaziz Mridekh, Mohamed El Bouhaddioui, Bouabid El Mansouri, Malika Kili, Asmaa Mansouri, Bouchaib Mograne : Position séquentielle des aquifères plio-quaternaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental	306
Saliha Najib, Khalid Mehdi, Joëlle Riss, Adrian Grozavu, Iuliana Gabriela Breaban : La minéralisation des eaux de l'aquifère de la Chaouia Côtière (Maroc): Vulnérabilité face à l'intrusion marine	307
Abdelmalek Nemouchi : Les potentialités en eau de surface en zone semi-aride et les contraintes pour leur mobilisation. Cas du Hodna, Algérie	308
Zeineddine Nouaceur, M'hamed Amyay, Imen Turki, Benoit Laignel : Entre excès et raretés, le Moyen Atlas marocain face à l'irrégularité aiguë des ressources en eau	309
Ibraheem A. Olomoda : Continued decreasing of flow of river Niger: a major challenge to integrated water resources management	310
Lahbassi Ouerdachi, Hamouda Boutaghane : Problématique des inondations transfrontalières. Etude des lâchers des barrages dans la Wilaya d'El Tarf, Algérie	311
Hamid Ouhammadou : Préservation du système oasien à travers une gestion durable des ressources en eau : cas de la plaine de Tafilalet	312
Samira Ounoki, Samia Achour : Abattement de la matière organique (phénylalanine) par l'effet combiné sulfate d'aluminium/charbon actif en poudre. Effet des paramètres réactionnels	313
Nawel Outili, Mohamed Medjitna : Optimisation des conditions opératoires d'une colonne d'extraction pour le traitement d'une eau usée industrielle	314
Zakaria Ouzerbane, Abdessamad Najine, Tahar Aïfa, Abdellah El Hmaidi, Ali Essahlaoui : Contribution à la reconnaissance de la structure de la zone nord côtière du bassin d'Essaouira par méthodes de sondages électriques et de tomographie électrique	315
Fadwa Radouani, Abdessamad Najine, Tahar Aïfa, Saïd Badrane : Contribution à la reconnaissance de la nappe éocène de la zone de transition entre la plaine du Tadla et le plateau des phosphates par méthodes géoélectriques	317
Mohamed Riad Rahmaoui, Amel Djedaoune, Houria Kherici-Bousnoubra : Etude de la dégradation des polluants au niveau des stations d'épuration et impact de la pollution sur l'environnement. Cas de la ville d'Annaba, nord-est algérien	318
Farid Rahmouni, Mohamed Laaouane : "واقع الموارد المائية و أساليب تدبيرها بالمناطق القاحلة وشبه القاحلة المغربية" السفوح الجنوبية الشرقية نموذجاً	320
Fatima Raibi, Hamid Marah, Omar Elfassi Fehri, Bouchaib Magrane, Saliha Elbouzidi, Fouad Taous, Adil El Yahyaoui : Apport de l'hydrochimie isotopique et des éléments traces dans la détermination de l'origine de la salinité des eaux souterraines dans la plaine du Gharb, Maroc	322
Fatima Raibi, Hind Haddani, Hamid Marah, Abdelfattah Benkaddour, Lahoucine Hanich, Tibari El Ghali, Saliha Elbouzidi,	

Mohammed Chtioui, Abdelghani Chehbouni : Caractérisation hydrogéochimique et isotopique des eaux de surface et souterraines des bassins Rhéraya, Ourika et Zat du bassin versant de Tensift, Maroc	324
Bouchra Ramzi, Abdelmourhit Laissaoui, Mohamed Ebn Touhami, Rachid El Mrabet, Tahar Elkhokhi, Nazha Fatimi : Etude du transfert du cadmium dans les suspensions aqueuses des environnements marin et estuarien	326
Yssaad Reguieg, Abdelhakim Houcine, Tayeb Nouri, Laid Bessafi : Effet combiné du stress salin et de la bentonite sur les caractéristiques physiologiques et chimiques de la fève (<i>Vicia faba L.</i>)	328
Abdelaziz Rhazi, Ali Essahlaoui : Apport de SIG à l'étude de la vulnérabilité aux risques d'inondations dans le bassin versant de l'Oued Boufekrane	329
Ikram Rhiate Moufouad, Driss Belghyti, khadija Elkharrim : Etudes expérimentales du traitement des eaux usées domestiques. Analyses des performances épuratoire de la STEP de Boukhalef, Tanger	331
Rofaida Saad-Hellal, Lamri Tedjar, Nacer Djirar, Hadda Sebihi, Bou Abd Allah Mohamed Akram : Qualité de l'eau, urbanisme et santé : une trilogie pour lutter contre la pauvreté	332
Mohamed Saber, Ahmed Sefelnasr : Flash floods simulation using a physical based hydrological model at the eastern Nile Basin. Case studies: Wadi Assiut, Egypt and Wadi Gumara, Lake Tana, Ethiopia	333
Sanae Sadek, Khadija Elkharrim, Abderrazak Khadmaoui, Mohamed Guissouss, Fatima Benelharkati, Mina Elmarkhi, Driss Belghyti : Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem, Maroc	334
Sanae Sadek, Khadija Elkharrim, Abderrazak Khadmaoui, Mohamed Guissouss, Fatima Benelharkati, Mina Elmarkhi, Driss Belghyti : Les effluents liquides hospitaliers et leur impact sur l'environnement, Sidi Kacem, Maroc	335
Sofiane Saggaï, Djamel Boutoutaou, Oum Elkheir Bachi, Dalila Benlarbi : Réduction de l'évaporation dans les retenues par les monocouches : premières expériences au Sahara algérien	336
Sofiane Saggaï, Djamel Boutoutaou, Farès Belagoune : Les crues dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie. Cas des bassins versants d'El Hodna, de Chott Melghir et des hauts plateaux	337
Bouchra Salame, Jamila Bahhou, Bahia Bennani, Mohamed Ettaybi, Laila Bennani : Qualité hygiénique des eaux thermo-minérales de la station Moulay Yacoub, Fès, Maroc	338
Ahmed Sayad, Saïd Chakiri, Zohra Bejjaji, Hassan Echarfaoui : Implications climatiques dans les changements récents dans le niveau des lacs. Cas de Dayet Aoua et Aguelmam Sidi Ali, Moyen Atlas, Maroc	339
Mohammed Yousef Sbeih : The role of supplementary irrigation as a tool for drought management in a semi-arid country, Palestine	340
Ahmed Sefelnasr, Mohamed Saber : Hotspot delineation and vulnerability mapping in the eastern Nile Abbay/Blue Nile Basin	341
Mohamed Sekkoum, Kheira Yamani, M'hamed Atallah, Abdelkrim Hazzab : Développement d'un outil de calcul du transport solide: le code DEBSOL	342
Abdelhakim Sellal, Rima Belattar, Abderrahmane Senator : Evaluation du traitement biologique et temporel des eaux usées dans les bassins d'aérations de la station d'épuration de Bordj Bouarreridj, Algérie	342
S.K. Sharma : Water and women education : a sustainable approach to develop arid region in India	343
Hasan Sirhan : Simulation and prediction of regional groundwater levels using ANN approach in the Gaza coastal aquifer, south Palestine	345
Hasan Sirhan : Numerical estimation of the effects of artificial recharge in hydraulic head measurements in constant-density ground water flow analyses and management in the Gaza coastal aquifer, south Palestine	346

Imene Skhakhfa, Lahbass Ouerdachi : Comparaison des modèles hydrologiques spatialisés pour simuler des événements d'inondation	347
Driss Smahi, Ahmed Fekri, Ouafa El Hammoui : Geochemical and statistical evaluation of groundwater quality in the vicinity of Casablanca landfill	348
Karima Taane, H. Titouche, A. Arab : Etude systématique des Bacillariophycées (Diatomées) dans les systèmes lacustres au nord-est de l'Algérie	349
Gilles Valdez Tagne Kamgue, Bruno Mougin : SIGES Bretagne, outil de gestion des eaux souterraines	350
Souad Takarli, Youcef Daoud : Comportement phénologique et production de matière sèche du haricot <i>Phaseolus Vulgaris</i> en milieu salin	352
Mohamed Tammal, Bouabid El Mansouri, Houssine El Gasmi : Modélisation du fonctionnement hydrodynamique du système aquifère du plateau des phosphates et la zone synclinale de Tadla	353
Fouad Taous, Hamid Marah, Abdelhakim Sabir : Caractérisation isotopique des eaux de précipitations et de la vapeur atmosphérique en climat sub-humide. Cas du bassin de la Maamora, Maroc	355
Samia Titi Benrabah, Hourria Kherici Bousnoubra, Sofia Bahroun, Samia Bounab : Estimation de la réserve en eau dans la région de Skikda, Algérie	356
Sana Toughzaoui, Abdel Fatah Benkaddour, Khalid El Amari, Mohamed Hibti, Samira Essarraj : Hydrogéologie du bassin versant de Kettara et relation entre la lithologie de l'encaissant et la chimie des eaux souterraines	357
Jihad Toumi, Salah Er-Raki, Jamal EJamalzzahar, El-Mehdi Hamzaoui, Hamid Marah : Validation du modèle AquaCrop sur une culture du blé sous un climat semi aride de la région de Tensift Al Haouz, Marrakech	359
Farid Toundaoui, Abdessamad Najine, Tahar Aïfa : Pollution nitrique des eaux de la nappe phréatique du périmètre irrigué des Béni-Amir, Béni-Moussa: étendue et teneurs	360
Saliha Yakoub-Bougdal, Djillali Ghobri, Jacqueline Bonaly : Photomorphogénèse chez le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera</i> L.	362
Kheira Yamani, Abdelkrim Hazzab , Abderrahmane Hamimed, Mohamed Sekkoum : Utilisation des données satellitaires NOAA-AVHRR pour l'estimation de la température de surface	363
Kheira Yamani, Abdelkrim Hazzab, Abderrahmane Hamimed, Mohamed Sekkoum : Utilisation des données du capteur NOAA-AVHRR pour la résolution du bilan d'énergie et la cartographie de l'évapotranspiration	364
Mohammed Yijou, Rachid Bouabid, Abdellah El Hmaidi, Ali Essahlaoui : Caractérisation du bassin versant d'Oum Er Rbia via le SIG	365
Somia Yousfi, Hamid Mansour, Jacques Mudry, Rachid Kerzabi : Rôle de la lithologie et de la fracturation dans l'acquisition de la minéralisation des eaux d'un aquifère gréseux en zone semi-aride. Exemple des gouttières synclinales du continental intercalaire d'Aïn Sefra, Algérie	367
Somia Yousfi, Jacques Mudry, Hamid Mansour, Rachid Kerzabi : Rôle du contexte géologique et climatique dans la recharge en zone semi-aride : exemple des monts Ksour, nord-ouest algérien	368
Nacera Zabat, Mostefa Abbessi : Utilisation des hétéropolyanions lacunaires pour l'élimination d'un effluent métallique : application sur le cadmium	369
Hassina Zaghouane-Boudiaf, Baya Bellam : Etude de l'élimination de polluants organiques par un charbon actif préparé à partir du résidu du café et un mélange charbon actif-bentonite activée à l'acide sulfurique	370
Nadjet Zair, Salah Chaab, Badra Attoui : Caractérisation hydrochimique des aquifères mio-plio-quaternaires de la haute plaine de Bir Chouhada, Souk Aamane et Ouled Zouai, Wilaya d'Oum El Bouaghi, nord-est algérien	371

Ahlam Zatout, Abdallah Ouagued : Effet des fertilisants chimiques sur l'eau potable et l'eau d'irrigation dans la région d'El Amra, wilaya d'Ain Defla, Algérie	372
Amina Zergui, Ismahane Attoui, Yamina Benmalek, Hocine Hacene : Caractérisation des bactéries métallo-résistantes isolées des eaux usées de Oued El Harrach et biosorption du cadmium	373
Nabih Zerki, Rahma Bchitou, Ahmed Bouhaouss : Modélisation et optimisation de la conductivité des eaux naturelles de l'Oued Bouregreg (Rabat, Maroc) en fonction de quelques anions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- et NO_3^-)	374
Samah Zermane, Abdessalem Hassen Meniai : Simulation numérique de diffusion d'un polluant dans les eaux des rivières	375
Amine Zettam : Impact des faibles volumes d'eau pompés sur la richesse des invertébrés hyporhéiques à l'amont de Oued Tafna, nord-ouest algérien	376
Ahmed Zouaoui, Sid Ahmed Snoussi : Impact des eaux salines sur l'accumulation de quelques osmolytes chez la tomate cultivée en hors-sol	377
Derradji Zouini : Le déséquilibre de la nappe de Souf et la mise en péril environnementale	378

Exemple de modèle pour citer un résumé / Example of template to cite an abstract :

Abba M., A. Essahlaoui, 2012. Apport de la télédétection et des SIG à l'étude de l'évolution de la palmeraie dans la région d'Errachidia : Moyen Ziz. In Aifa T., A. Najine (Eds.), 1st International Colloquium REZAS'12 "Water resources in the arid and semi-arid regions: challenges and prospects. Case of the African continent", 14-16 November 2012, Beni Mellal, Morocco. *J. hydrocarb. mines environ. res.*, 3(2), 25-26.

Apport de la télédétection et des SIG à l'étude de l'évolution de la palmeraie dans la région d'Errachidia : Moyen Ziz

Mohamed Abba, Ali Essahlaoui *

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: essahlaoui@gmail.com

La région d'Errachidia située dans la zone sud atlasique du Maroc, est confrontée à d'énormes difficultés alliant rareté et faible qualité de l'eau suite, aux longues périodes de sécheresse sévère qui l'ont affectée durant ces dernières décennies, et dont les conséquences écologiques sont considérables, comme l'atteste le recul du domaine irrigué (Palmeraie) sous l'action de La désertification et la progression des sols salés. Face aux défis environnementaux imposés par les sécheresses récurrentes et la pression démographique, il s'avère nécessaire de surveiller les ressources naturelles disponibles en vue leur gestion rationnelle et durable. Dans ce contexte, la télédétection est un outil performant d'acquisition d'informations nécessaires à la surveillance et à la gestion des ressources naturelles, sur une large échelle spatio-temporelle. D'où la nécessité de suivre et de comprendre la dynamique des unités d'occupation du sol, afin d'aider à la prise de décision pour une gestion durable de ces ressources.

L'objectif global, visé dans cette étude, est de connaître et cartographier l'évolution de la palmeraie dans la région d'Errachidia (Moyen Ziz). Une analyse diachronique combinant Modèle Numérique du Terrain (MNT) et images satellitaires servira à la production des supports cartographiques utiles à l'étude de la dynamique aux fins de prises de décisions. Le suivi de la dynamique de la palmeraie du Moyen Ziz a été réalisé grâce aux cinq images satellitaires LANDSAT (1972, 1987, 2001, 2006 et 2011). Tout notre travail de traitement d'image et de télédétection était effectué à l'aide du logiciel Erdas Imagine 9.1, qui est dédié à l'extraction et au traitement d'information géographique des différents thèmes : indices de végétation, compositions colorées et classifications. En plus de l'utilisation du logiciel ArcGis 9.3 pour la superposition des couches, le calcul des superficies des différentes unités, le croisement des informations pour détecter les changements.

Le but d'une classification consiste à simplifier la radiométrie de l'image brute, qui représente le paysage, par la formation de classe (Dos Santos, 2001). L'interprétation s'est faite par comparaison avec une composition colorée 453 d'une part, et la vérité terrain d'autre part.

Le résultat obtenu (Fig.1) a permis de dégager un certain nombre d'indications relatives aux signatures spectrales. Elle permet d'effectuer une première segmentation des images en grands thèmes d'occupation des sols mais parfois difficile à identifier (Girard et Girard, 1999).

La détection des changements et de la dynamique d'évolution de l'occupation des sols en utilisant l'indice de végétation se fait par la comparaison multitudes des NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Calculés pour chaque pixel entre plusieurs scènes prises dans des différentes dates. Les résultats étaient validés par les indices SAVI : Soil Adjusted Vegetation Index (Huete, 1988) et MSAVI: Modified Soil Adjusted Vegetation Index. En effet, Dans les milieux arides et semi-arides où

la végétation verte est généralement peu couvrante, les sols nus occupent la majeure partie de l'espace et leurs propriétés spectrales dominant le signal télédétekté. C'est deux indices sont utilisés pour l'élimination des effets du sol sur le signal issu de la végétation (Huete, 1988).

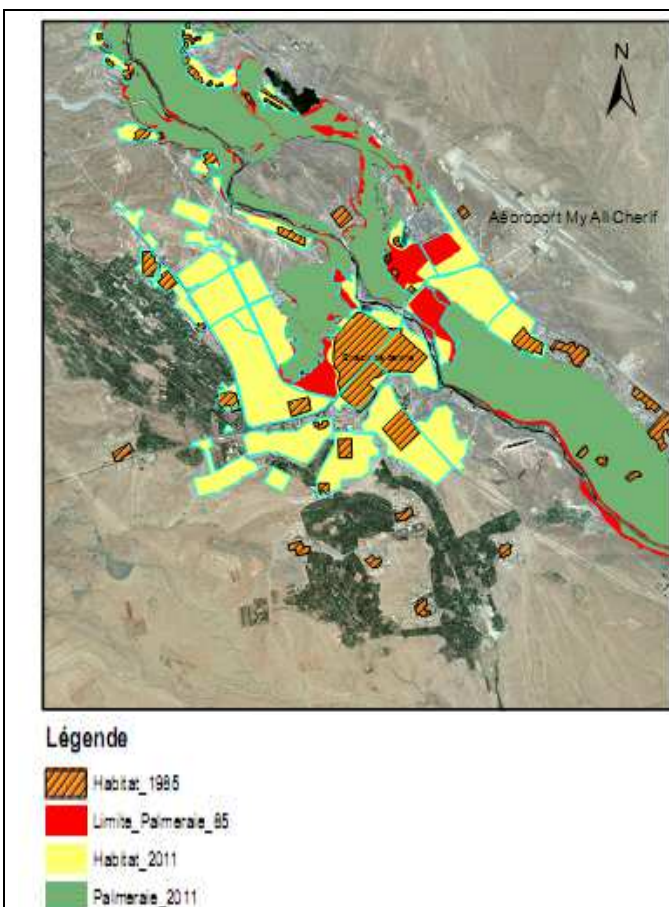


Fig.2. Carte d'occupation des sols sur un fond d'image Google map (2011)

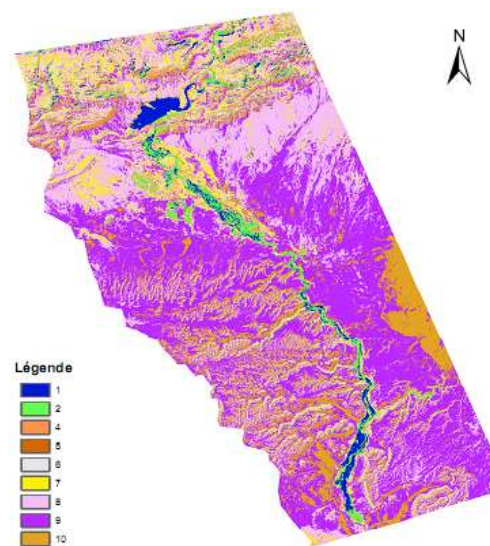


Fig.1. Classification non-supervisée de l'image ETM+_2011

Les zones colorées en rouge correspondent aux zones dégradées (Recul de la superficie de la palmeraie entre 1985 et 2011) (Fig.2). Ce recul est bien expliqué par l'extension urbaine (polygones jaunes) au détriment de la palmeraie d'une part, et l'érosion hydrique tout au long de l'Oued Ziz d'autre part. La télédétection et les SIG sont des outils performants d'acquisition d'informations nécessaires à la surveillance et à la gestion des ressources naturelles, sur une large échelle spatio-temporelle. De cette étude, il ressort de manière globale une tendance généralisée à une dégradation des ressources végétales (palmeraie) sous l'effet conjugué de l'action anthropique (urbanisation) et les conditions climatiques. Pour faire face à cette situation qui risque de s'aggraver dans l'avenir Il est nécessaire de suivre et de comprendre la dynamique des unités d'occupation du sol, afin d'aider à la prise de décision pour une gestion durable de ces ressources.

Références

- Dos Santos, G., 2001. Carte d'occupation des sols dans la vallée de Biriattou, Télédétection: Classification automatique. *Rapport de stage*, 43-67.
- Girad, M.C., Girad, C.M., 1999. Traitement des données de télédétection. Dunod Paris, ISBN 210 0041851, 529 p.
- Huete, A.R., 1988. A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote sensing of Environment*, 25, 295-309.

Accumulation de proline chez la tomate dans un environnement salin

Mohamed Abbad *, Sid Ahmed Snoussi

Laboratoire de Biotechnologie des Productions végétales, Département des Sciences agronomiques, Faculté des Sciences Agrovétérinaires, Université Saad Dahleb, 9000 Blida, Algérie

* E-mail: mohamed.abbad@yahoo.fr

Dans les zones arides et semi-arides, l'eau est le principal facteur limitant la production agricole. Le développement de l'agriculture dans ces régions fait recours à l'irrigation qui devient alors une nécessité pour produire suffisamment afin d'assurer les besoins alimentaires d'une population de plus en plus importante.

La réaction des plantes à la salinité se fait par des modifications adaptatives morphologiques, anatomiques, structurales et métaboliques. Pour détecter la tolérance des plantes à la salinité, il est intéressant de disposer de moyens précis et simples.

Chez toutes les espèces végétales, glycophytes comme halophytes, la salinité du milieu entraîne, à partir d'un certain seuil, une réduction de la biomasse. Néanmoins, le degré d'inhibition de la croissance dépend du genre, de l'espèce, de la variété, ainsi que du stade de développement de la plante et de la nature de l'organe. L'addition de nutriments à la solution saline naturelle a amélioré considérablement la croissance et le développement des plantes de tomate notamment à travers la plupart des paramètres biométriques, éco-physiologiques mesurés.

La réponse biochimique, analysée à travers l'expression de l'accumulation de la proline montre que les plantes de tomate accumulent ce composé protéinique dans les différents organes (racines, tiges et feuilles basales, feuille médianes et feuille apicales) dans des proportions variables. Cette accumulation varie d'un organe à un autre, d'une espèce à l'autre, selon la nature et l'intensité du stress et ce compte tenu l'osmolarité externe plus forte, ce qui nécessite pour la plante un ajustement de l'osmolarité interne encore plus forte ce qui se traduit par une production accrue de cet osmorégulateur.

Mots clés : glycophytes, halophytes, proline, tomate, salinité

Modèles de stations d'épuration des eaux usées en Algérie

Okba Abdelhafid Abdelali^{*}, Fatima Khemies

Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: Abdelaliokba2007@yahoo.fr

L'eau source de vie sur laquelle repose le devenir des peuples, une condition indispensable pour le développement économique et social. Nul ne conteste que l'Algérie est un pays riche de part ses particularités naturelles, pour cela le secteur des ressources en eaux s'est focalisé ces dernières années sur l'utilisation des eaux usées par leur assainissement, élément qui est loin d'être négligeable dans la protection de l'environnement et donc de l'homme.

Ce travail a pour objectif de présenter ce que l'état algérien a aménagé comme officines et équipements ; les missions et objectifs recherchés par ces derniers, en précisant les résultats en chiffres déjà achevés et le secteur auquel il appartient ainsi que les systèmes utilisés, matériel et laboratoire et formation du personnel, et finalement leurs ambitions futures.

Mots clés : eau usées, station, épuration, modèles, Algérie

Impact d'une eau à alcalinité résiduelle calcite positive sur la qualité des sols en condition contrôlée. Application au Bas Chélif, Algérie

Nouredine Abdelkrim^{1,*}, Abdelhamid Bradai²

¹ Institut des Sciences Agronomiques, Université Hassiba Ben Bouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

² Laboratoire Eau et Environnement, Université Hassiba Ben Bouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

^{*} E-mail: abdelkrim_nouredine@yahoo.com

En Algérie, plus de 20% des sols irrigués sont concernés par le problème de salinité. Dans la partie nord-ouest de l'Algérie, la plaine du Bas-Chélif se situe dans la zone la plus touchée. Les travaux effectués récemment dans cette plaine ont montré que le problème de salinisation des sols touche 80% de la superficie totale étudiée.

Hormis la sécheresse qui dure depuis deux décennies, l'affectation des eaux du barrage de Gargar au voisinage d'Oran depuis 2003 et récemment de Merdjet Sidi Abed a contraint les agriculteurs à utiliser les eaux souterraines pour l'irrigation, d'où l'origine du problème soulevé.

L'objectif de ce travail vise à étudier l'évolution géochimique de la solution du sol en contact avec une eau à alcalinité résiduelle calcite positif et les risques de dégradation des sols dans la plaine du Bas Chélif. Une eau à alcalinité résiduelle calcite positive avec laquelle on a irrigué deux textures de sols distribués sur des pots a été étudiée en laboratoire. Nous avons provoqué deux états : état d'équilibre eau-sol, état de déséquilibre. Il a été trouvé qu'au fur et mesure que les eaux se concentrent dans le sol, il y a une précipitation de la calcite et augmentation du sodium qui est due probablement à une désorption du complexe d'échange du sol. Le SAR augmente de manière considérable ce qui induit à une sodisation des sols. Cette dernière ne sera pas sans conséquence sur la dégradation physique du sol en particulier pour la texture argileuse.

Mots clés : sodisation, eau souterraine, alcalinité résiduelle, calcite, salinisation, géochimie

**Suitability of the water of the drinking wells in the Mountain aquifer, West Bank,
Palestine for drinking and other domestic purposes**

Qasem Abdul-Jaber^{1,*}, Nidal Mahmoud²

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, Al Quds University, Beit Hanina, PO Box 51000, Jerusalem, Palestine

² Institute of Environmental and Water Studies, Birzeit University, PO Box 14, Birzeit, West Bank, Palestine

* E-mail: qajaber@yahoo.com

Groundwater is the most important source of domestic water in the West bank, Palestine. It is obtained by pumping the water from naturally flowing springs or out of groundwater wells. More than 30 groundwater wells are abstracting groundwater in the West Bank for domestic purposes. The study, which has covered 29 drinking groundwater wells in the West Bank, shows that their water stills are of good quality. The wells are still suitable for domestic purposes from the chemical point of view. The concentration of the ions and parameters affecting the aesthetic and health water quality such as Cl, Na, TDS, NO₃, minor and trace constituents is within the guideline limits recommended by the WHO. The lowest TDS values were found in the deep confined wells tapping the Lower Cenomanian aquifer, while the highest TDS values in the much shallower wells tapping the Upper Cenomanian-Turonian aquifer. Ca-Mg-HCO₃ water type, a typical recharge water type was encountered in the deepest wells. All other water types recorded in the drinking wells originate from the Ca-Mg-HCO₃ type by mixing with a rich Na and Cl water component in small amounts. Due to the nature of the carbonate aquifers in the West Bank, the groundwater of the drinking wells shows high hardness and low concentration of trace constituent. The water hardness in this case is from the temporary type and can be removed by boiling the water.

Structure et fonctionnement de trois émergences karstiques des monts de Tlemcen à partir des réponses hydrologiques et hydrochimiques

Halima Ablaoui *, Abdelkader Baïche

Laboratoire Eau et environnement, Université d'Oran BP 1524, El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

* E-mail : ablaouih@hotmail.com

Le suivi des émergences karstiques d'Ain Fouara supérieure, Ain Bendou et Ain El Houtz sur le cycle hydrologique pour la période du 12/12/2008 au 16/01/2010 a permis de disposer des données hydrométriques pour initier une inférence de la structure et du fonctionnement du système. Les données de débits collectées avec un pas hebdomadaire ont permis l'analyse des débits classés, l'analyse des courbes de récession et l'étude corrélatoire et spectrale. Les analyses des prélèvements ont permis de réaliser l'étude des courbes de fréquence et l'étude des variations du chimisme.

Les résultats obtenus au niveau des trois émergences montrent qu'il existe une forte relation pluies-débits et que le chimisme des eaux est étroitement lié à l'hydrométrie (hautes eaux, basses eaux). Le système ne semble pas présenter de trop plein et les systèmes annexes de drainage ne contribuent à l'écoulement qu'en période d'étiage et au cours de la recharge. Le temps de contact eau-roche est relativement court. Le comportement hydrochimique des sources, ainsi que l'organisation du réseau de drainage n'ont pu être restitués, compte tenu du niveau des précipitations (334.58 mm) qui n'ont pu être exploitées par l'ACP, comme le montre la matrice des variances et covariances.

Mots clés : émergence karstique, Ain Fouara supérieure, Ain Bendou, Ain El Houtz, hydrométrie, cycle hydrologique, précipitations, variation du chimisme

Impact de la pollution sur les eaux de la retenue du barrage Sidi Chahed, Meknès, Maroc. Etude physico-chimique et bactériologique

Driss Abrid ¹, Abdellah El Hmaidi ^{1,*}, Abdelaziz Abdallaoui ², Ali Essahlaoui ¹

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Laboratoire de Chimie-Biologie Appliquées à l'Environnement, Equipe Chimie Analytique et Environnement, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201, Zitoune, Meknès, Maroc

* E-mail: elhmaidi@yahoo.fr

Avec le développement industriel, agricole et urbain, les ressources en eau connaissent actuellement une dégradation très poussée. L'évaluation de l'impact de cette pollution au niveau de la retenue du barrage Sidi Chahed a été effectuée par le suivi de l'évolution spatiale des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

Les échantillons d'eau, au nombre de 21, ont été prélevés en surface, à mi-profondeur et au fond, au niveau de 7 stations au cours d'une campagne d'hiver 2012. Ils ont été choisis de façon à couvrir la totalité de la retenue.

Les résultats montrent que les paramètres indicateurs de pollution (DCO, DBO5, turbidité) présentent des teneurs importantes en comparaison avec les normes de l'eau potable. Ils indiquent également une forte charge de bactéries indicatrices de contamination fécale. Les germes pathogènes du genre salmonelle ainsi que le vibrion cholérique n'ont pas été détectés au niveau de la retenue du barrage Sidi Chahed.

Les eaux de ruissellement, l'érosion des terrains agricoles et les déversements des eaux domestiques constituent probablement des sources de contamination des eaux de la retenue.

Mots clés : Pollution, paramètres physico-chimiques, paramètres bactériologiques, barrage Sidi Chahed, NW de Meknès, Maroc

Caractéristiques de la contamination métallique des sédiments de la retenue du barrage Sidi Chahed, Meknès, Maroc

Driss Abrid ^{1,*}, Abdellah El Hmaidi ¹, Abdelaziz Abdallaoui ², Ali Essahlaoui ¹

¹ Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Département de Géologie, Equipe Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, BP 11202, Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Laboratoire de Chimie-Biologie Appliquées à l'Environnement, Equipe Chimie Analytique et Environnement, B.P. 11201, Zitoune, Meknès, Maroc

* E-mail: elhmaidi@yahoo.fr

Une centaine d'échantillons de sédiments superficiels, répartis dans l'espace et dans le temps au niveau de la retenue de barrage Sidi Chahed (NW de Meknès), ont été prélevés à l'aide d'une benne de type Eckman. Les analyses ont porté sur les caractéristiques physico-chimiques et les teneurs en métaux lourds (Fe, Mn, As, Cu, Zn, Pb, Cr, Cd,) par ICP-AES, après minéralisation de la fraction inférieure à 200 µm. Les éléments As, Pb, Cd et Cr présentent des teneurs élevées par rapport aux teneurs naturelles géochimiques du bassin versant. Les eaux de ruissellement, l'érosion des terrains agricoles et les déversements des eaux domestiques constituent probablement les sources de contamination.

Le présent travail porte sur l'application de la méthode ICP-AES pour la caractérisation de la contamination métallique (Fe, Zn, Mn, Cu, As, Cd, Pb et Cr) contenue dans les sédiments du barrage Sidi Chahed. Ce dernier est situé sur l'Oued Mikkés, à environ 30 km au NW de Fès et à 30 km au NE de Meknès, sur la route principale n° 3 reliant Fès et Sidi Kacem (Figs.1,2). Les sédiments ont été prélevés au moyen d'une baraque et à l'aide d'une benne de type Eck man permettant de prélever les sédiments superficiels de 0 à 5 cm. Les 22 stations ont été choisies de façon à couvrir la totalité de la retenue (Fig.2).

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de contamination métallique des sédiments du barrage Sidi Chahed par le Fe, le Mn, le Cu et le Zn (Abrid et al., 2012a et b). Les teneurs enregistrées, étant inférieures à celles des stations prises comme références dans le bassin versant, indiqueraient une origine plutôt naturelle liée à l'entraînement physique par l'érosion et les eaux de ruissellement. Par contre, les teneurs en éléments métalliques Cd, As, Pb et Cr, étant supérieures aux stations de références, reflèteraient une contamination en liaison probablement avec l'activité agricole, mais sans toute fois exclure l'activité d'origine industrielle et domestique.

Cette étude constitue une approche importante pour l'évaluation de l'origine naturelle ou anthropique de la contamination des sédiments accumulés dans les systèmes aquatiques.

Mots clés : Barrage Sidi Chahed, sédiments, métaux lourds, pollution

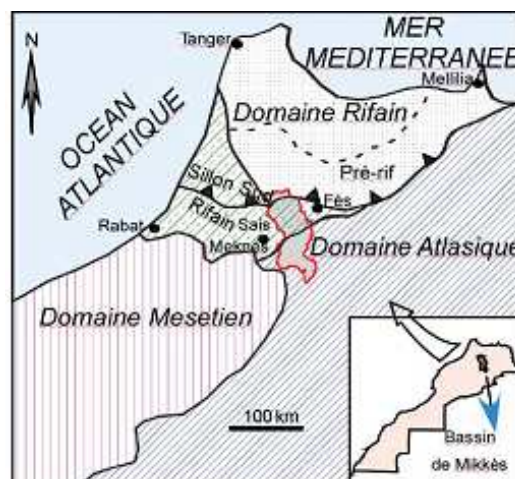


Fig.1. Situation du bassin versant de l'Oued Mikkès par rapport à la carte du Maroc et par rapport aux domaines structuraux rifain, atlasique et mésetien.

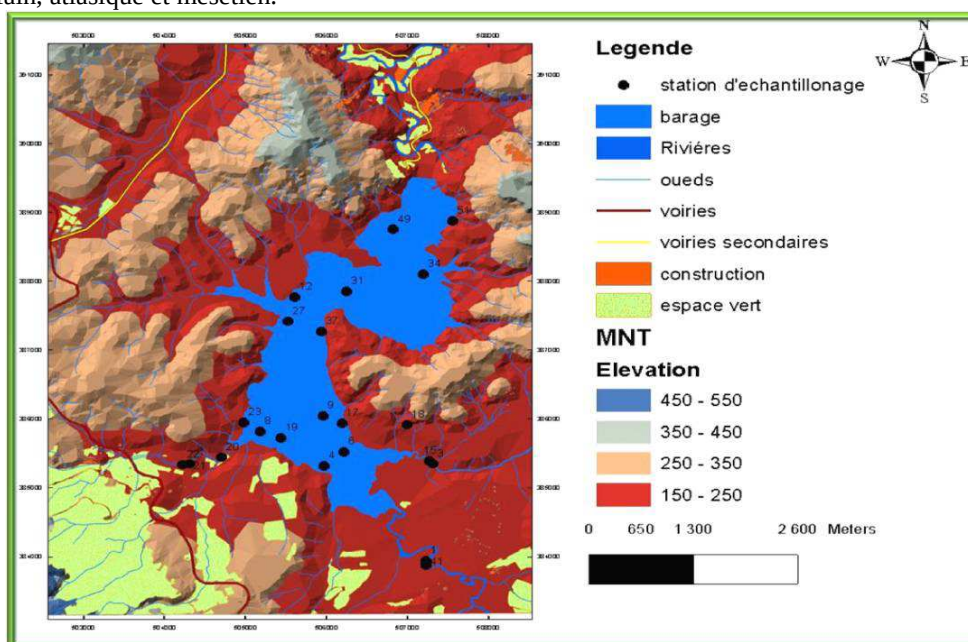


Fig.2. Modèle numérique de terrain (MNT) de la zone d'étude et position des stations d'échantillonnage.

Références

- Abrid, D., Abdallaoui, A., El Hmaidi, A., 2012a. Variations spatiales des concentrations des éléments traces métalliques dans les sédiments de la retenue du barrage Sidi Chahed (Meknès, Maroc). 2^{ème} Colloque International sur la Gestion et la Préservation des Ressources en Eau, Faculté des Sciences, Meknès, p.205.
- Abrid, D., El Hmaidi, A., Abdallaoui, A., Essahlaoui, A., 2012b. Apport du système d'information géographique à l'évaluation de la contamination métallique contenue dans les sédiments de la retenue du barrage Sidi Chahed (Meknès, Maroc). International conference of GIS-Users, Taza GIS-days, Fès, *Proceedings Book*, 396-398.

أزمة الموارد المائية والتنمية المستدامة: تجارب دولية**د. صليحة عشي*****نهج أ رقم 14 بوعقال الثالث، باتنة 5000، الجزائر**

saliha.achi@yahoo.fr *

"وجعلنا من الماء كل شيء حي". هكذا جاء في القرآن الكريم، هذا الإرشاد القرآني العالمي اليسير ينطوي على حكمة أكثر بعدا وعمقا. إن البشرية تحتاج إلى المياه النظيفة والصرف الصحي للحفاظ على صحتها، ولصون كرامتها بنفس قدر احتياجها للأكسجين؛ فبدون المياه لا يمكن أن توجد حياة، ولكن المياه تمنح الحياة بمعنى أعم من ذلك بكثير.

الماء قوام الحياة وأساسها الرئيس الذي لا يمكن الاستغناء عنه، كما أنه عماد كل حضارة وتنمية مهما كان طابعها وطبيعتها. ومنه، فإن هذه الورقة البحثية تهدف إلى طرح قضية تؤثر على الإمكانيات البشرية والمضي قدما نحو تحقيق الأهداف الإنمائية للمجتمعات على مر التاريخ. فالتقدم البشري اعتمد على الوصول إلى مياه نظيفة وعلى قدرة المجتمعات على تسخير إمكانياتها من هذا المورد بوصفه مورداً إنتاجياً ومن ركائز التنمية البشرية.

وتوضح هذه الدراسة بأن أزمة الإفراط في مجال التنمية يقود إلى استخدام هذه الكلمة مع المياه، والتي تشير إلى وجود اعتراف متزايد بالأزمة التي يواجهها العالم والتي تتمثل في النقص الشديد للإمدادات الفعلية من هذا المورد الحيوي. وأن جذور هذه الأزمة تتعلق بالفقر وعدم المساواة، وعلاقات القوى غير المتعادلة، فضلا عن سياسات إدارة المياه غير السليمة التي تزيد من حدة ندرتها.

وتؤكد الورقة البحثية إلى أن الحصول على المياه من أجل الحياة هو حاجة بشرية وحق إنساني أساسي، الأمر الذي يستوجب إدارة هذا المورد بحكمة، وإجراء إصلاحات في السياسات، وإلى تنفيذ القوانين والإجراءات الضرورية من أجل تنمية مستدامة لهذا المورد الحيوي.

وتبين الدراسة إلى أن ما يشهده القرن الحادي والعشرون من تغييرات مناخية، وانبعث الغازات الدفيئة التي تؤدي إلى اختلال التساقطات الفصلية، وانعكاساتها على الموارد المائية، واختلال نظام الأودية وتدهور جودة المياه. بالإضافة إلى النمو الديمغرافي، والتلوث والجفاف والتبذير، كلها عوامل تهدد الموارد الطبيعية، ومنها المياه. وهذه الأزمة تزيد من انتشار المظاهر الصارخة لعدم المساواة في فرص الحياة، بما يمثل شرخاً في الأمم الغنية والفقيرة في عالم يزداد رخاءً وترابطاً. كما أنها تحدث الشرخ نفسه بين مواطني البلد الواحد، إذ يتم تقسيمهم على أساس الثروة ونوع الجنس وغيرها من الأوجه التي تلحق الضرر بالبشرية.

وقد توصل البحث إلى أن هناك مئات الملايين من الأشخاص في العالم ما زالوا يتخبطون في شرك الفقر واعتلال الصحة، وعرضة لمخاطر الأمراض المرتبطة بالمياه والتدهور البيئي، بل وإلى عدم الاستقرار السياسي، وقيام نزاعات وصراعات خطيرة بين الدول. وتعتبر المنطقة العربية والقارة الإفريقية أكثر المناطق عرضة لأزمة شح المياه، بسبب زيادة الطلب عليها، سيما عالية الجودة منها إلى حد يتجاوز المستويات المتاحة والقابلة للاستدامة من مصادرها الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: الماء من أجل الحياة، الإفراط في استعمال المياه، التغيرات المناخية وانعكاساتها على الموارد**المائية، شح المياه، التنمية المستدامة والمياه.**

River flow model using Artificial Neural Networks in the Seybouse Basin, northern part of Algeria

Imen Aichouri *

Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar Annaba, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: aichouri.imen@yahoo.fr

The use of artificial neural networks (ANNs) is becoming increasingly common in the analysis of hydrology and water resources problems. In this research, an ANN was developed and used to model the rainfall-runoff relationship, in a catchments located in a semi-arid and Mediterranean climate in Algeria.

The performance of the developed neural network-based model was compared against multiple linear regression-based models using the same observed data. It was found that the neural network model consistently gives superior predictions. Based on the results of this research, ANN modeling appears to be a promising technique for the prediction of flow for catchments in semi-arid and Mediterranean regions. Accordingly, the neural network method can be applied to various hydrological systems where other models may be inappropriate.

Keywords: Artificial neural network, Modeling Multiple regression, Semi-arid climate, Mediterranean climate, Rainfall-runoff, Catchments, MLP, Algeria

Variations verticales du potentiel toxique de *Microcystis Aeruginosa* dans un lac de barrage récemment mis en eau

Hanane Ait Hammou ^{1,*}, Delphine Latour ², Marion Sabart ², Samira Samoudi ²,
Khadija Mouhri ², Joel Robin ², Mohamed Loudiki ¹

¹ Laboratoire de Biologie et de Biotechnologie des Microorganismes, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

² Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, UMR CNRS 6023, 24 avenue des Landais, 63177 Aubière cedex, France

³ ISARA, Equipe Ecosystèmes et ressources aquatiques, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07, France
* E-mail: hanane0604@yahoo.fr

Les toxines produites par les cyanobactéries constituent une vraie menace pour la santé humaine et animale, en raison du risque de promotion du cancer en cas d'ingestion chronique des microcystines indirectement par l'alimentation ou directement dans l'eau potable. (International Agency for Research on Cancer, 2006; Ibeling et Havens, 2008).

Et afin d'étudier les variations de ces toxines, on a mené un suivi des variations verticales de la toxicité de *Microcystis aeruginosa* (chose qui n'a jamais été étudiée) dans un lac de barrage récemment mis en eau "Yacoub Al Mansour".

Cette étude a montré que les quotas cellulaires en microcystines présentent une forte hétérogénéité de distribution verticale en fonction de la profondeur. Néanmoins, aucune tendance significative n'est apparue.

L'abondance des cellules de *Microcystis aeruginosa* a montré une diminution du haut vers le bas et qui est inversement associée à une augmentation du pourcentage des clones toxiques.

Enfin, les concentrations de microcystine extracellulaire ont également indiqué de fortes différences selon la profondeur.

Mots clés: *Microcystis aeruginosa*, variations verticales, microcystine, pourcentage des clones toxiques

Références

International Agency for Research on Cancer, 2006. Carcinogenicity of nitrate, nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. *The Lancet Oncology*, 7, 628-629.

Ibelings, B.W., Havens, K.E., 2008. Cyanobacterial toxins: a qualitative meta-analysis of concentrations, dosage and effects in freshwater estuarine and marine biota. In Hudnell H.K. (Ed.), *Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs, Advances in Experimental Medicine and Biology*, 619, 675-732.

Potentialités des images SPOT HRV pour le suivi d'irrigation dans un contexte semi-aride: estimation des besoins en eau des cultures dans la région des Doukkala, Maroc
Nadia Akdim ^{1,*}, Kamal Labbassi ¹, Massimo Menenti ², Salah Er-raki ³, Latifa Gana ⁴

¹Département des Sciences de la terre, Faculté des sciences, Université Chouaïb Doukkali, BP 24000 El Jadida, Maroc

²Institut Aérospatiale de Delft, Université Technologique de Delft, Kluyverweg 1, 2629 HS Delft, Holland

³Université Cadi ayyad/IRD, Avenue Prince Moulay Abdellah, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

⁴Office Régional de développement agricole à Doukkala, Maroc

* E-mail: nadia.akdim@yahoo.fr

Durant les trois dernières décennies, dans la région de Doukkala, sécheresse et croissance démographique se conjuguent pour réduire les disponibilités en eau. L'eau est de plus en plus rare et une meilleure gestion de la ressource s'impose. La connaissance et la gestion des ressources hydriques est une question scientifique d'une actualité pointue. Leur développement au niveau de la région se trouve confronté à leur rareté liée au phénomène de changements climatiques, à la dégradation de la qualité des eaux, à la surexploitation et au gaspillage de ces ressources (Bourchich, 2004; Guemimi, 2004). Face à la croissance des besoins, les organismes chargés de la gestion et le suivi des ressources en eau, ont besoin de données précises et à jour. Or, les données existantes ne sont rarement exhaustives, pas toujours facilement accessibles ou disponibles, elles sont souvent obsolètes.

La télédétection, par ses capacités à fournir des images multispectrales et multitudes sur de vastes zones constitue un moyen indispensable pour cartographier les ressources en eau (Erraki, 2007). Dans le contexte d'une région aussi vaste que le Doukkala, l'utilisation de cette technique est une solution incontournable. Cette technique a été utilisée pour estimer les besoins en eau des cultures CWR. Pour ce faire, deux approches ont été utilisées: une approche simple du modèle FAO-56 (Allen et al., 1998) et une approche analytique (D'Urso et al., 1999). Ces approches ont permis d'établir le coefficient cultural Kc et l'évapotranspiration des cultures (ET_C), les deux paramètres requis pour la production de cartes de besoins en eau des cultures. L'utilisation d'images satellites SPOT choisies durant une année prise comme référence à pluviométrie moyenne (2005), une année de sécheresse (1994), et une année humide (2008), nous permis de suivre l'évolution des différents paramètres nécessaires (l'indice de végétation NDVI, Albédo, l'indice de la surface foliaire LAI, etc.).

La comparaison entre le CWR et les dotations en eau allouées aux agriculteurs, montrent que cette dernière est largement plus élevée, alors que le taux de satisfaction des eaux irriguées ne dépasse pas 50%. Cela est dû à la perte d'eau par l'évaporation des sols liés à l'utilisation de la technique d'irrigation gravitationnelle dans un climat semi-aride, d'où la nécessité d'installer le mode goutte à goutte de l'irrigation.

Références

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage, Paper no.56, FAO, Rome, Italy, 300p.
- Bourchich, N., 2004. Gestion de la rareté et valorisation de l'eau d'irrigation, Cas du périmètre des Doukkala, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 231p.

- D'Urso, G., Menenti, M., Santini, A., 1999. Regional application of one-dimensional water flow models for irrigation management, agricultural water management, Paper no.40, 291-302.
- Erraki, S., 2007. Estimation des besoins en des cultures dans la région de Tansift al Haouz : Modernisation, Expérimentation, Télédétection. Thèse de doctorat, Université Cady Ayyad, Marrakech, 128p.
- Guemimi, A., 2004. Plan d'action d'économie de l'eau dans le périmètre des Doukkala. Actes du séminaire modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat, 19-23 Avril, 1-10.
- Monographie de la zone d'action de l'ORMVA des Doukkala, 2009.

Etude à l'échelle de la parcelle de la dynamique de la salinité des sols de la plaine du Bas-Chéliff

Abderrahmen Akkacha^{1,*}, Abdelkader Douaoui²

¹ Université Hassiba Ben Bouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

² Centre universitaire de Khemis Miliana, Route de Teniet El Had, 44225 El khemis Miliana, Algérie

* E-mail: abdakkacha@yahoo.fr

Actuellement, les pays en développement souffrent, dans leur majorité, d'une crise d'insuffisance alimentaire due à la gestion des eaux ajoutées aux phénomènes de désertification et de salinité des sols. La salinité des sols est un phénomène complexe faisant intervenir l'histoire géologique ou sédimentaire, le climat, la topographie et l'influence de l'homme. En Algérie, plus de 20 % des sols irrigués sont concernés par le problème de la salinité. Dans la partie nord-ouest de l'Algérie, la plaine du Bas-Chéliff qui fait l'objet de notre zone d'étude est la plus touchée ; elle se situe à 220 km d'Alger et s'étend sur plus de 60000 ha. En plus de l'aridité du climat, cette zone connaît de graves problèmes de dégradation de son milieu physique qui est essentiellement à la salinisation des sols.

Le but principal de notre travail est de faire un suivi à l'échelle de parcelle de façon ponctuelle en fonction du couple irrigation-précipitation, pour voir l'influence des précipitations et des irrigations sur la salinisation des sols.

Les résultats obtenus montrent le rôle négatif des pratiques agricoles telles que l'irrigation qui aggravent la situation lorsqu'une eau de mauvaise qualité est utilisée en irrigation. Contrairement à cela, les précipitations entraînent une lixiviation des sels stockés au cours de la période d'irrigation vers les profondeurs tout particulièrement en présence d'un système de drainage. Il a été également trouvé que la salinité qui dégrade chimiquement les sols a des effets positifs sur le maintien et l'amélioration de la stabilité structurale tout en maintenant le pH à des valeurs en deçà de 8 empêchant dans ceci tout processus d'alcalinisation.

Mots clés: pluviométrie, irrigation, salinité

Contribution à la connaissance de la bathymétrie et de la distribution spatiale de N, P, K de la vase du lac Tonga encombré de végétation, extrême nord-est algérien

Hacène Alayat^{*}, Rachida Satouh, Samia Mouissi

Laboratoire agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Université d'El Tarf, 36000 El Tarf, Algérie

^{*} E-mail: alayathacene@yahoo.fr

Ce lac exoréique, d'une superficie de 20 km² environ, est en communication avec la mer méditerranée par le canal artificiel Messida. Il est situé à l'extrême NE algérien (36°53'N-08°31'E), à une altitude de 10 m environ. Sa partie navigable d'une superficie de 2.56 km² représente 12.8% de la superficie du lac. Il est alimenté par de nombreux affluents. Les plus importants sont les Oueds El Hout et Medjdour. Le lac Tonga est classé zone humide d'intérêt mondial aux termes de la convention de Ramsar, depuis 1983.

La lac Tonga est recouvert à 90% par une végétation émergente, avec de grandes plages d'eau libre occupées partiellement par le nénuphar blanc et abritant une diversité biologique très importante. Certaines espèces sont classées assez rares et protégées (*Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba* *Utricularia exoleta*...).

Les mesures bathymétriques et les prélèvements de la vase, destinés aux analyses physico-chimiques, ont été effectués le long de quatre transects. Les premiers résultats qui couvrent tout le plan d'eau, peu profond, montrent un fond plat et régulier, recouvert généralement d'une couche de vases grisâtres (fer réduit), de quelques centimètres. L'épaisseur de la lame d'eau ne dépasse guère les 3 m, en période de hautes eaux.

Les analyses physico-chimiques se sont révélées d'un apport considérable pour identifier un substrat caractérisé par une tendance sableuse (limono-argilo-sableux, sableux) riche en azote total, phosphore et potassium. Les teneurs élevées du phosphore assimilables et de l'azote dans la vase stimulent ainsi la croissance et la multiplication des plantes aquatiques, ce processus naturel peut à long terme, transformer le lac en tourbière et finir par l'assécher, si aucune mesure n'est entreprise.

Mots clés : Lac, Tonga, bathymétrie, azote, phosphore, potassium

Evolution of Hydrochemical Facies of the Groundwater of the Shallow Aquifer, Northwest Libya

Zuhair H. Al-Hafi, Khalil I. Al-Samarrai *

Department of Geology, Faculty of Science, University of Tripoli, Tripoli, Libya

* E-mail: khalsamarrai@yahoo.co.uk

Groundwater samples from the shallow aquifer in Alssa area, northwestern Libya were studied for their chemical properties. Hydrogeochemical characteristics were evaluated as well as ionic ratios (HClO_3/Cl , Na/Cl , Ca/Cl , Ca/SO_4) to explain the distribution of the facies and the source of existing salinity. The study area shows that there is a mixture of different types of water with variable concentrations of major ions, resulted from salt water intrusion as well as dissolution of evaporate in the aquifer-bearing water with limited influence of upward leakage. Chloride is found the dominant in the groundwater of the shallow aquifer in the study area caused by dissolution of halite exists as pocket within the evaporate at the southwestern part of the study area. The quality of groundwater and the processes that control the concentration of major constituents is necessary to secure adequate water demand. The results of such studies will enable establishing and improving management of the groundwater resources of the area.

Integrated Water Resources Strategy for the Jordan Valley as a case study for an IWRS for the Middle East and the Southern Mediterranean

Wasim Ali ^{*}, Heinz Hoetzel, Nico Goldscheider, Tanja Liesch, Jochen Klinger

SMART project coordination team, Section Hydrogeology, Institute of Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology (former Karlsruhe University), Adenauerring 20b, Building 50.40, 76131 Karlsruhe, Germany

^{*} E-mail: Wasim.ali@kit.edu

An attempt to establish an integrated water resources management strategy for the region of the Middle East and the Southern Mediterranean is a must. This Region is mainly a semi-arid or an arid climate region which is characterized through continuous water resources scarcity and draught.

A water resources management strategy for this region is the basis for water planner and stake holder from this region and it is in the same time an important water security tool. Many European countries supported in the last years and support till now different projects dealing with water resources management in different countries of this region. In this paper some projects will be presented and their aims and results will be discussed.

In addition to the presented projects, this paper try to appeal and emphasis water resources scientists and experts to set together and to analyze the majority of obtained and achieved results of many other projects dealing with water management strategies in the last decades. The goal of these activities is to propose a practicable water management and eater security strategy for the whole Middle East and the Southern Mediterranean or at least for similar neighboring countries in this region.

These strategy or strategies will help planner and stake holder to secure the water demand of the populations in all countries around the Mediterranean Sea and to develop practical solutions for normal and for emergency situations which occur often and unexpected.

Apport de la méthode aéromagnétique et de la prospection électrique à l'identification des aquifères des roches volcaniques fissurées de la région de Bab El Assa, Algérie

Karim Allek^{1,*}, Mohamed Hamoudi², Abdelhafid Bouguern¹, Djamel Boubaya³

¹ Laboratoire de physique de la terre, Université de Boumerdes, 35000 Boumerdes, Algérie

² Département de Géophysique, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 16111 Alger, Algérie

³ Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Université de Tébessa, 12000 Tébessa, Algérie

* E-mail : allekkarim@yahoo.fr

L'alimentation en eau de la région de Bab El Assa située au nord-ouest de l'Algérie, à proximité de la frontière algéro-marocaine, pose problème eu égard à la rareté de la ressource en eau. Le captage des eaux souterraines par la réalisation de puits et de forages peut résoudre efficacement le problème. Quelques ouvrages ont permis de reconnaître l'importance hydrogéologique des coulées de formations volcaniques présentes dans la région. Du point de vue géologique, cette région correspond à une dépression tectonique dont le remplissage est constitué essentiellement de dépôts quaternaires et de formations marneuses miocènes reposant sur une assise jurassique relativement profonde à dominance calcaire. Les formations volcaniques d'âge plio-quaternaire de type andésitique et basaltique sont disposées sous forme de coulées. De nombreux travaux ont permis de montrer que ces roches volcaniques, formant un système de collecteurs particulièrement perméables, sont alimentées principalement à partir d'un arrière-pays calcaire.

D'anciens travaux géophysiques par méthodes de prospection électrique et gravimétrique ont été déjà menés sur la plaine des Angad (Maroc) qui constitue le prolongement sud-ouest du bassin de Bab El Assa. Ces travaux avaient pour objectif principal la détermination de la forme et l'extension de la coulée volcanique et la mise en évidence de son contact avec les marnes imperméables du Miocène et, éventuellement avec les calcaires du Lias. Le contraste au demeurant faible entre la densité des calcaires et les basaltes et la similitude des résistivités électriques entre les cinérites aquifères et les marnes imperméables n'a pas toujours permis leur distinction.

Dans le cadre de la présente étude, nous avons été amenés à interpréter les données aéromagnétiques acquises au-dessus de la région de Bab El Assa dans le but de montrer leur rôle et apport à la reconnaissance des coulées volcaniques rendue possible grâce au contraste propice en susceptibilité magnétique entre les formations encaissantes et ces roches volcaniques. La confrontation de l'information géologique avec les données magnétiques a permis de vérifier les différentes signatures géophysiques observées sur la carte en leur attribuant une signification géologique en fonction de leurs caractéristiques magnétiques. Quelques structures ont pu être ainsi suivies ou mises en évidence, notamment l'existence de formations volcaniques probables sous la couverture quaternaire ou les dépôts alluvionnaires.

Une interprétation combinée des données magnétiques et des sondages électriques verticaux a permis de mieux relever les limites diffuses des roches volcaniques et de préciser leur épaisseur et continuité. Deux approches ont été mises en œuvre pour l'interprétation des données aéromagnétiques en vue de

fournir une délimitation précise des sources magnétiques. La première basée sur la méthode du nombre d'onde local et la seconde sur la technique de l'amplitude du gradient horizontal couplée au prolongement vers le haut. Quelques forages réalisés dans la zone d'étude confirment les résultats de l'interprétation.

Mots clés : Bab El Assa, hydrogéologie, roches volcaniques, prospection électrique, méthode aéromagnétique

Caractérisation physico-chimique, microbiologique et radiologique de quelques sources thermales algériennes

**Samia Amarouche-Yala^{1,2,*}, Adnane Soufi Moulla¹, Ahmed Azbouche¹,
Sid Ali Ouarezki¹, Ali Benouadah³, Abd El Ouahab Bentabet³**

¹ Centre de Recherche Nucléaire d'Alger, 2 Bd. Frantz Fanon, BP 399 Alger-RP, 16000 Alger, Algérie

² Université A. Mira, F.S.N.V., Route de Targa-Ouzemour, 6000 Béjaia, Algérie

³ Centre Universitaire Bordj Bou Arreridj, 34000 Bordj-Bou-Arreridj, Algérie

* E-mail : sam.wassi.amarouche@gmail.com

En Algérie la richesse en eaux thermales est connue depuis longtemps. En effet, un patrimoine important de deux cents (200) sources thermales est répertorié sur l'ensemble du territoire. La fréquentation des sources thermales, en plus du rôle social joué par le Hammam, se fait également dans un but de bénéficier des vertus curatives ou thérapeutiques liées à la température et aux propriétés physico-chimiques des eaux. Leur utilisation en crénothérapie impose une caractérisation microbiologique, physico-chimique et radiologique. Ceci permet à l'établissement thermal de rassurer le public quant à la qualité des eaux utilisées à des fins thérapeutiques.

Par ailleurs, l'identification et la quantification de l'activité des radioéléments naturels et artificiels ainsi que les risques qui leur incombent est d'une grande importance puisque la présence de radioactivité naturelle dans les eaux thermales est parfois mise à profit pour un traitement particulier, pour lequel la radioactivité est considérée comme un agent thérapeutique.

Dans ce contexte, dix points chauds ont fait l'objet d'un examen microbiologique, physico-chimique et spectrométrie gamma de leurs eaux. L'analyse microbiologique correspond à l'analyse de type BM0 et BM2 (Bactériologie Minérale de type 0 et 2). Ainsi que le dénombrement de Cyanobactéries. L'analyse physico-chimique a porté sur la mesure du pH, conductivité, alcalinité ainsi que sur les ions majeurs dissous. La quantification des radioéléments par spectrométrie gamma avait pour but d'évaluer le taux de radioactivité naturelle principalement en ^{40}K , ^{226}Ra , mais aussi la mesure du ^{137}Cs , qui lui est un radioélément artificiel connu pour sa grande toxicité.

Mots clés : Eaux thermales, analyse microbiologique, physico-chimi, radioéléments.

Partition de l'évapotranspiration réelle en évaporation du sol et transpiration des couverts végétaux à partir du traçage isotopique (δD) en milieu naturel : cas de blé irrigué gravitaire

Nouredine Amenzou ^{1,*}, Hamid Marah ¹, Jamal Ezzahar ¹, Said Khabba ², Mohammed Ismaili ³, Fatima Raibi ¹, Ghizlane Aouade ², Fouad Taous ¹, Lee Kheng Heng ⁴

¹ Centre National d'Énergie des Science et Techniques Nucléaire, BP 1382 RP, 1001 Rabat, Maroc

² Université Cady Ayyad, Bd. Prince My Abdellah, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

³ Faculté des Sciences Meknes Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

⁴ Joint FAO/IAEA Programme of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Centre, Wagramer Strasse 5, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria

* E-mail : amenzou@cnesten.org.ma

L'évapotranspiration est un terme majeur du recyclage des eaux au niveau des surfaces continentales. En vue de compléter notre connaissance du cycle de l'eau à différentes échelles, il est donc essentiel de connaître à la fois les quantités d'eau libérées par évapotranspiration dans l'atmosphère ainsi que leurs origines possibles (évaporation du sol et/ou transpiration des couverts végétaux).

L'utilisation des isotopes stables de l'eau lors d'une étude sur la culture des orangers irriguées goûte à goûte a permis de déterminer ces deux composantes (E et T). Dans la vision d'appliquer la méthode à d'autre culture, une étude sur une parcelle de blé irriguée avec un système d'irrigation gravitaire dans la région du Haouz (dans le cadre d'unité mixte LMI et du projet RAF) a permis de confirmer la contribution de la végétation dans le cycle de l'eau (par transpiration). La teneur et le rapport isotopique en deutérium (δD) de la vapeur d'eau à l'intérieur de la couche limite de végétation sont mesurés. Les données ont fourni un 'Keeling plot' (relation linéaire du mélange isotopique) qui estime la fraction T/ET. La contribution de la transpiration dans la composante évapotranspiration varie de 60% à 73.5%. Cette expérience a montré également qu'à cette étape de croissance de la plante, cette dernière prend presque 90 % d'eau à une couche de sol située entre 10 et 20 cm.

Mots Clés : Isotope stable de l'eau, évaporation du sol, transpiration des plantes, Keeling plot

Possibilité d'élimination de la matière organique de type humique par adsorption sur différents matériaux d'une eau de surface de la région de Béjaïa, Algérie

Djamel Amimeur^{1,*}, Saâdia Guergazi², Samia Achour²

¹ Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés (LTMGP), Faculté des Sciences exactes, Université Abderrahmane Mira, 6000 Béjaïa, Algérie

² Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra Algérie

* E-mail : amimeurdjamel@yahoo.fr

Les eaux de surface sont des eaux bien chargées de matière organique et l'on trouve que les substances humiques ont une proportion majoritaire. Ces substances proviennent de l'accumulation et de la réaction chimique naturelle des sous-produits résultants de la décomposition des matières organiques. Pour avoir une bonne qualité d'eau requise qui répond à la norme de potabilité et de préserver la santé publique, il est nécessaire d'éliminer au maximum les substances humiques.

Il existe plusieurs techniques capables de réduire et d'éliminer les substances humiques, dont les procédés d'adsorption qui sont les plus utilisées pour l'élimination des composés organiques dissous, voire semi-colloïdaux. Plusieurs adsorbants sont mis en œuvre, parmi lesquels le charbon actif en poudre ou en grain, les argiles et les oxydes.

L'objectif de notre travail est d'évaluer le pouvoir adsorbant du charbon actif en poudre et en grain et d'une bentonite algérienne brute provenant des gisements de Mostaganem et de Maghnia vis-à-vis de la matière organique et plus précisément des substances humiques d'une eau de surface du barrage Kherrata, région de Béjaïa.

Les essais sont effectués en batch. Pour bien comprendre les mécanismes de la réaction d'adsorption, différents paramètres réactionnels ont été contrôlés tels que le temps de réaction, la masse d'adsorbant introduit et la teneur initiale en substances humiques.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que les rendements d'élimination des substances humiques sont importants aussi bien pour le charbon actif que pour la bentonite. L'exploitation des résultats par les lois de Freundlich et Langmuir ont par ailleurs confirmés ces résultats.

Mots clés: Adsorption, substances humiques, charbon actif en grain et en poudre, bentonite brute.

Impact des changements climatiques et du barrage de Nangbeto sur les écoulements de surface du système Mono-Couffo, golfe de Guinée

Ernest Amoussou^{1,*}, Pierre Camberlin², Gil Mahe³, Yves Trambly⁴, Houessou Sotelle⁵, Eric Servat⁴, Michel Boko¹

¹ Laboratoire Pierre Pagney, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), 03 BP1122 Cotonou, Bénin

² Centre de Recherches de Climatologie (CRC), Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel 21000 Dijon, France

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Faculté des Sciences, Université Mohamed 5-Agdal, Rabat, Maroc

⁴ Laboratoire Hydrosociétés, Case MSE, Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier Cedex 5, France

⁵ Communauté électrique du Bénin, BP 1368 Lomé, Togo

* E-mail: ajernest@yahoo.fr

En Afrique tropicale, de nombreuses études sur la variabilité pluviométrique montrent qu'une tendance à la sécheresse s'est manifestée à partir de la fin des années 1960 avec une légère reprise des pluies à la fin des années 1990. Les ruptures de stationnarité intervenues entre 1969 et 1972 dans les séries montrent les changements observés dans les régimes. Ainsi, les changements climatiques observés au cours des quarante dernières années en Afrique de l'Ouest, notamment dans le golfe de Guinée induisent des impacts inévitables sur les écoulements de surface de l'hydrosystème Mono-Couffo. Les apports de cet hydrosystème associé à l'intrusion marine par la « Bouche du Roi » déterminent la dynamique hydrologique de la basse vallée composée de la lagune côtière, du chenal Ahô et du "lac" Ahémé (Amoussou, 2010). Or, les changements climatiques, les changements d'occupation du sol et l'aménagement hydraulique dans le bassin versant très anthropisé du Mono-Couffo ont très probablement provoqué un changement des relations pluie/débit, du régime hydrologique à l'échelle du bassin et aussi une perturbation des activités socio-économiques surtout dans la basse vallée. Ceci nécessite donc une étude de la variabilité hydrologique afin de mieux apprécier les effets de la variabilité climatique.

Le bassin versant étudié s'étend sur 560 km du nord au sud et couvre une superficie de 27 870 km². Il est situé dans le golfe de Guinée et plus précisément entre le Bénin et le Togo (06°16'N-09°20'N, 0°42'E-2°25'E), la plus grande partie se situant sur le territoire togolais. Il est drainé par deux cours d'eau (Mono et Couffo) d'importance inégale, dont le Couffo est un sous-bassin versant à fonctionnement hydrologique "naturel" (sans aménagement hydraulique). L'hydrosystème est soumis à la mousson ouest africaine et s'étend sur deux domaines climatiques : au sud le climat subéquatorial à régime bimodal (deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses alternées) et au centre et au nord le climat tropical à régime unimodal (une saison sèche et une saison pluvieuse). Pour les comprendre, une typologie à la fois spatiale et temporelle des régimes de pluie et une analyse des corrélations interannuelles pluie/débit (synchrone et décalées) sont proposées afin de mesurer le temps de réponse de la variabilité des pluies sur les écoulements de surface. Les données utilisées sont les précipitations mensuelles de 1961 à 2000 d'un réseau de trente quatre stations réparties dans le bassin et à proximité, provenant de la base de données de la Direction Nationale de la Météorologie de Cotonou (Bénin), de

la Météorologie Nationale de Lomé (Togo), du Centre de Recherches de Climatologie (Dijon) et du Global Historical Climate Network (Vose *et al.*, 1992). Les données de débit mensuel de 1961 à 2000 du Mono à Athiémé et du Couffo à Lanta proviennent de la Direction Générale de l'Eau du Bénin, et les volumes d'eau lâchés de 1988 à 2000 sont fournis par la Centrale électrique de Nangbéto au Togo. Les données pluviométriques interpolées par le modèle de régression linéaire multiple à partir des coordonnées géographiques et l'altitude (Modèle Numérique de terrain SRTM30) ont permis de déterminer le champ de pluie afin de mieux caractériser la relation pluie/débit et le coefficient d'écoulement [qui est étroitement lié à des variations climatiques et traduit la relation entre les pluies moyennées sur le bassin et les écoulements, (Mahé et Olivry, 1995)] du bassin en amont de chaque station hydrométrique.

Les résultats obtenus montrent que la baisse des précipitations depuis les années 70 s'est poursuivie en s'amplifiant au début de la décennie 80 avec des sécheresses très sensibles (Amoussou, 2010). Cette dominance des anomalies négatives entre 1970 et 1990 traduit donc la péjoration climatique qui a affecté la région du golfe de Guinée (Houndénou, 1999), de l'Afrique tropicale humide et qui n'est pas sans conséquence sur la disponibilité des ressources en eau de l'hydrosystème Mono-Couffo. La corrélation pluie/écoulement annuel de 1961 à 2000 dans les sous-bassins du Couffo à Lanta ($r = 0,71$) et du Mono à Athiémé ($r = 0,77$) montre que l'écoulement du Couffo à Lanta débute quand les précipitations atteignent 600 mm alors que sur le Mono à Athiémé, il faut attendre 800 mm. Ceci est en accord avec le fait que les écoulements débutent trois à quatre mois après les premières pluies. La modulation du régime hydrologique est fonction non seulement de la saison des pluies, mais aussi du substratum géologique en place, car c'est après la saturation que débute l'écoulement. Mais le point essentiel est que la corrélation pluie/débit dans le bassin est fortement dégradée de 1988 à 2000, du fait de l'effet tampon joué par la retenue de Nangbéto. Mais, la diminution du coefficient d'écoulement est à relier aux déficits pluviométriques et à une plus forte évapotranspiration qui se sont manifestés dans la décennie 1980, associés à la pression anthropique (Amoussou *et al.*, 2006), et qui continuent de nos jours à marquer la variation des écoulements dans le sous-bassin avec une irrégularité des crues et un assèchement rapide de la rivière.

Il ressort de cette étude qu'au cours de la période 1961-2000, le bassin versant de l'hydrosystème Mono-Couffo a connu une succession de décennies déficitaires de pluie (1970 et 1980), avec une légère reprise dans les années 1990, mais inégalement répartie sur le bassin. Ainsi, les effets des déficits pluviométriques sont encore perceptibles dans les années 1990, avec un tarissement à la hausse sur le Couffo à Lanta malgré la reprise des précipitations. Cette sécheresse a induit une amplification des déficits des écoulements de surface. Les relations pluie/débit sont excellentes avant 1987, mais modifiées après du fait de la dynamique du couvert végétal et certainement des vidanges précoces des nappes de la retenue.

Mots clés : système Mono-Couffo, golfe de Guinée, barrage de Nangbéto, hydrosystème

Références

- Amoussou E., 2010. Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). *Thèse de Doctorat*, Université de Bourgogne, Dijon, CRC - CNRS-UMR5210, 313p.
- Amoussou E., Oyédé L.M., Boko M., 2006. Variabilité pluvio-hydrologique et production agricole dans le bassin du Couffo au Bénin (Afrique de l'ouest). In « *Risques liés au temps et au climat* ». XIX^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), Epernay, France, 67-72.
- Houndénou C., 1999. Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. *Thèse de Doctorat*, Université de Bourgogne, Dijon, 390 p.
- Mahé G., Olivry J.C., 1995. Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'ouest et centrale de 1951 à 1989. *Sécheresse* 6(1), 109-117.
- Vose R.S., Schmoyer R. ., Steurer P. ., Peterson T. ., Heim. R., Karl T.R., Eischeid J. K., 1992. The Global Historical Climatology Network: Long-term monthly temperature, precipitation, sea-level pressure, and station pressure data. Rep. ORNL/CDIAC- 53, Carbon Dioxide Inf. Anal. Cent., Oak Ridge Natl. Lab., Oak Ridge, TN, 25p.

Mise en évidence du potentiel en molécules bio-actives à partir de souches de *Bacillus* halotolérantes isolées des lacs salés du sud algérien

Meriam Amziane ^{1,*}, Zahia Djenane ¹, Lamia Yaici ¹, Soumia Remane ¹, Okba Selama ¹, Amina Zerrouki ¹, Nawel Madour ¹, Zohra Sadouk ¹, Max Bechet ², Marlène Chollet ², Philippe Jacques ², Ahmed Abderrahmani ¹, Farida Nateche ¹

¹ Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire, équipe de microbiologie, FSB-USTHB, BP 32, El Alia, 16111, Alger, Algérie

² Laboratoire Probiogem Polytech'Lille, Avenue Langevin, USTL1, 59655 Lille, France

* E-mail: ameziane-meriam@live.fr

Les souches du genre *Bacillus* spp. constituent d'importants producteurs de molécules bioactives pouvant être utilisés dans différents domaines, en particulier ceux de l'agriculture et l'environnement. Beaucoup de ces peptides sont produits en utilisant la voie de biosynthèse non ribosomiale impliquant des synthétases multi-modulaires. Ces molécules sont actives sur les membranes et douées de puissantes activités antimicrobiennes.

L'objectif de ce travail est la mise en évidence des biomolécules à propriétés enzymatiques (amylase, protéase, lipase) et antimicrobiennes contre des mycètes phytopathogènes et des bactéries pathogènes. 20 souches isolées de 3 lacs salés (Ain Salah, Bougtog et Taghit) ont été testées vis-à-vis de six champignons mycéliens phytopathogènes : *Mucor roxii*, *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum* et *Monilia* sp. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* sensible à la méticilline, *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline et *Pseudomonas* sp ont été également testées. L'investigation révèle une bonne activité antagoniste particulièrement vis-à-vis des mycètes.

Une corrélation des activités a été démontrée avec la détection des gènes de synthétases par PCR pour les iturines (mycosubtiline et bacillomycine), la fengycine, et la surfactine (ayant un pouvoir d'envahissement).

La cinétique de certaines souches a mis en évidence des halotolérances allant jusqu'à 20% de NaCl et une fluctuation de pH allant de 5 à 12. Ces résultats mettent en exergue des souches de *Bacillus* à intérêt industriel que l'on puisse utiliser dans des procédés de biotechnologie, raison de plus que certaines ont la propriété de thermophilie et d'halotolérance.

Certaines souches ont été caractérisées au niveau de l'espèce par l'application des techniques de microbiologie conventionnelles et des techniques de biologie moléculaire (ARN16S). L'étude a révélé une homologie fluctuant de 96% à 99% avec les genres : *Halobacillus*, *Virgibacillus* et *Gracilibacillus*, l'exploration de la phylogénie est en cours.

Les zones arides de l'Algérie offrent un vaste champ d'investigation pour l'isolement de nouvelles espèces de *Bacillus* ayant l'aptitude de produire des biomolécules stables même en conditions extrêmes.

Mots clés : *Bacillus*, lipopeptides, activité antifongique, PCR.

Références

Abderrahmani, A., Tapi, A., Nateche, F., Chollet, M., Leclère, V., Wathélet, B., Hacene, H., Jacques

- P., 2011. Bioinformatic and molecular approaches to detect NRPS genes involved in the biosynthesis of kurstakin from *Bacillus thuringiensis*. *Applied Microbiology and biotechnology*, 92(3), 571-81.
- Vater, J, Kablitz, B., Wilde, C., Franke, P., Mehta, N., Cameotra, S.S., 2002. Matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry of lipopeptide biosurfactants in whole cells and culture filtrates of *Bacillus subtilis* C-1 isolated from petroleum sludge. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68(12), 6210-9.
- Jacques, P., 2011. Surfactin and other lipopeptides from *Bacillus* spp. *Microbiology*, 20, 57-91.

Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la ville de Checher-Khenchela, Algérie

Laiche Aouidane^{*}, Ayach Laabassi, Abdallah Khazmim, Fethi Tir

Université Abbès Laghrour, 40000 Khenchela, Algérie

^{*} E-mail: laiche_a@yahoo.fr

L'objectif de cette étude est l'évaluation de la charge polluante des eaux résiduaires de la ville de Checher-Khenchela. Cette pollution est générée par les effluents domestiques ajoutés à ceux de différentes industries. Les eaux usées de la ville urbaine de Checher, drainées sans traitement dans la vallée de Badjar où les eaux sont utilisées dans l'irrigation et même dans la vie quotidienne.

La caractérisation Physico-chimiques de ces eaux a dévoilé que ces rejets liquides sont très chargés en matière organique. En terme de DBO5 on enregistre 325 mg/l, DCO 452 mg/l, MES 419 mg/l et un pH proche de la neutralité. Le rapport DCO/DBO est de 1,39 ; cette valeur moyenne montre aussi que ces eaux usées sont caractérisées par une pollution organique. Ajouté à cela, les tests microbiologiques effectués sont positifs sauf pour les *Clostridium* qui est négatif, ce qui pose des problèmes sanitaires pour les paysans.

Mots clés : caractérisation, pollution, paramètre physico-chimique, microbiologique, Checher

Reconnaissance des réservoirs karstiques d'eau souterraine du Causse moyen atlasique (Maroc) en utilisant les SIG et la télédétection spatiale

My Hachem Aouragh, Ali Essahlaoui *, Abdelhadi El Ouali, Abdellah El Hmaidi

Groupe de recherche « sciences de l'eau et ingénierie de l'environnement », labo. Géo-ingénierie et environnement, Dpt de Géologie, Faculté des Sciences, , BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: essahlaoui@gmail.com

Les eaux souterraines d'origine karstique du causse moyen atlasique jouent un rôle décisif aussi bien pour l'alimentation en eau potable de la ville de Meknès que pour l'irrigation des régions avoisinantes. L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et de la télédétection, constitue une nouvelle approche pour la spatialisation de l'information et la mise à jour des travaux de cartographie, en vue d'aider à la prise de décision, notamment en matière de gestion et d'aménagement des territoires. Le présent travail de recherche a pour objet d'élaborer une base de données numériques, ayant un rapport avec la gestion des ressources en eaux souterraines, touchant plusieurs types plans d'information, en plus que la possibilité de cartographier à l'échelle régionale, à partir des données satellitaires et cartographiques, une carte de synthèse des principaux linéaments de la région. Un modèle numérique de terrain réalisé à partir du captage Radar, a été exploité dans un SIG, ce qui a permis l'extraction d'un ensemble de cartes thématiques plus précises, montrant l'état de surface du causse moyen atlasique.

Le traitement des images satellitaires : Landsat7 ETM+(Enhanced Thematic Mapper) a permis la réalisation de plusieurs cartes thématiques : carte d'occupation des sols, carte de répartition spatiale des carbonates (réservoirs karstique), carte des principaux linéaments (Fig.1) obtenus par application d'un filtre directionnel de Sobel de direction NE-SW et NW-SE. Ces derniers ont fait l'objet de comparaison avec le réseau de fracturation (données géologiques). Les cartes finales obtenues ont permis de bien connaître le réservoir hydrogéologique karstique.

Les ressources en eau de ces aquifères karstiques constituent généralement un facteur essentiel du développement économique, social et durable des régions concernées. Cependant l'évaluation et la protection de ces ressources en eau, ainsi que la recherche de nouvelles ressources en eau potables est certainement un des grands défis actuels.

Mots clés : Causse moyen atlasique, SIG, télédétection, MNT, réservoirs karstiques

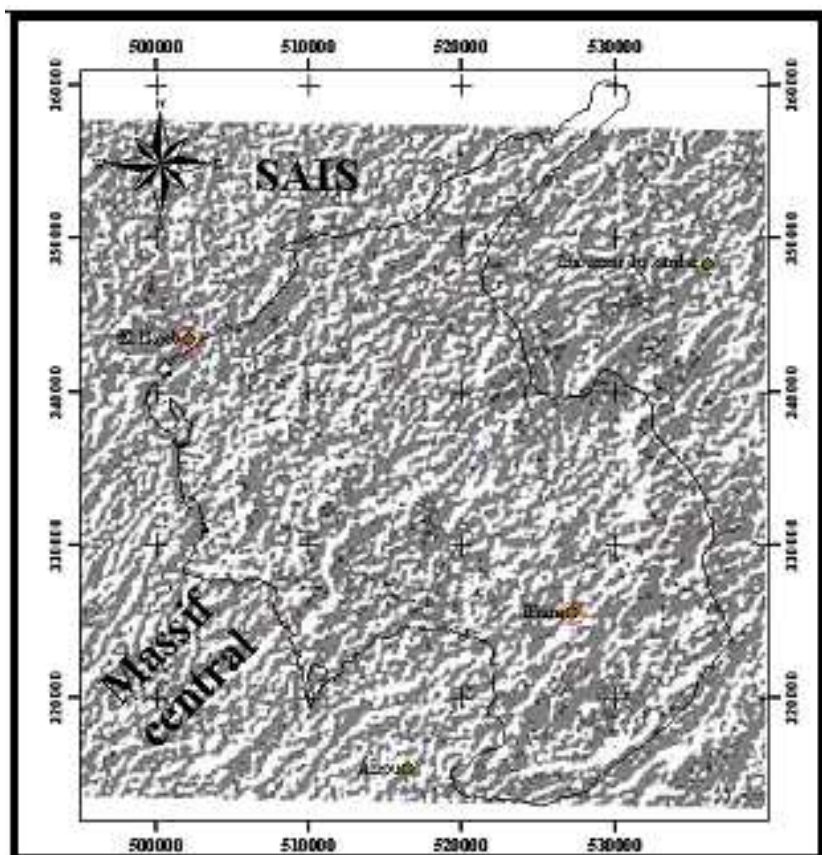


Fig. 1 : Image issue du rehaussement et du filtrage directionnel de SOBEL appliqué

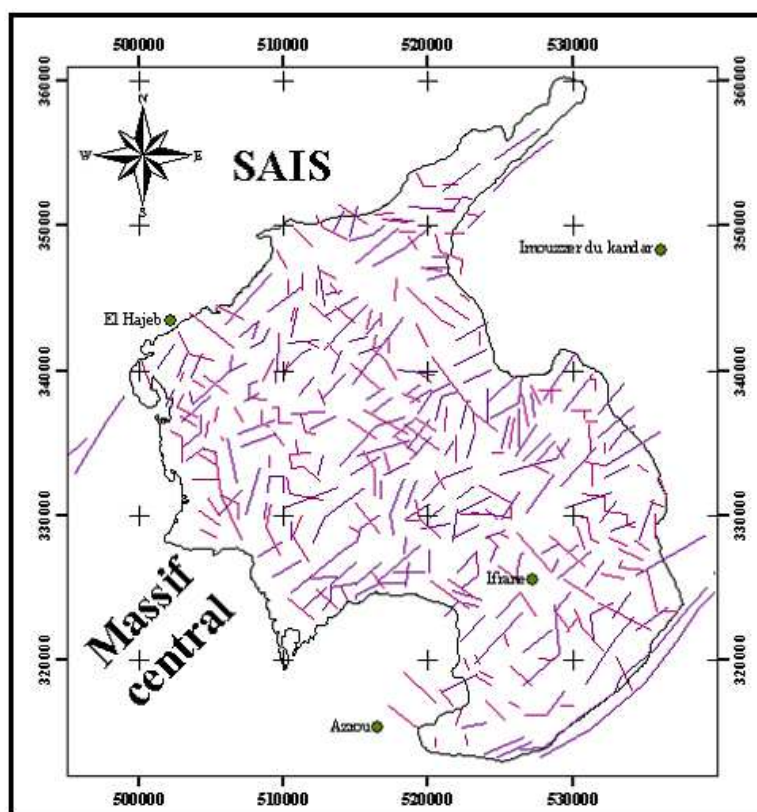


Fig.2 : Carte des linéaments obtenus par traitement des images satellites (Landsat ETM+)

Etude bactériologique des eaux des barrages collinaires de la région de Souss Massa

Boutaina Arich^{1,*}, Mohamed Rhajaoui², Adbrahmane Ait Lhaj³,

Samira Snouci², Driss Belghyti¹

¹ Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Institut National d'Hygiène INH, Rabat, Maroc

³ Institut National de Recherche Agronomique, Agadir, Maroc

* E-mail: arich.boutaina@gmail.com

La vulnérabilité du Maroc aux Changements Climatiques (CC) et particulièrement celle des ressources en eau reste une donnée fondamentale qui conditionne l'avenir de l'économie, de la société et la précarité de ses composantes et de la santé. En effet, l'étude des projections climatiques qui corrobore les tendances au réchauffement et à l'aridité du climat marocain, montre que la situation des ressources en eau du pays déjà critique, risque de devenir un problème entravant toute poursuite de développement. Dans les zones arides et semi-arides du Maroc où l'eau est déjà rare et l'accès à l'eau potable est limité, les CC vont affecter la quantité et la qualité de l'eau ce qui aura un impact sur l'alimentation et la santé humaine. Ces effets toucheront en plus des communautés, surtout rurales, tout l'écosystème, ses équilibres et sa durabilité. La mobilisation et la gestion des ressources en eau à travers les barrages collinaires (BC) contribuent incontestablement à l'amélioration des capacités d'adaptation aux CC, mais modifient la gestion de l'eau, l'écosystème, l'économie, la santé et l'équité au niveau communautaire. Au niveau de la région de Souss Massa les changements climatiques, faiblesse et irrégularité des précipitations, combinées à la pression démographique, ont conduit à l'apparition d'importantes dégradations de son milieu physique et de sa végétation naturelle alors des solutions d'une extrême urgence s'imposent d'où la création de petits barrages. Cependant, la gestion des retenues d'eau n'est pas exempte de risques susceptibles de toucher la santé humaine et animale d'où le but de notre étude qui se base sur l'analyse de la qualité bactériologique des eaux de 3 BC (Taguenza, Asrhakiss, Aguelmim) et d'en estimer les effets négatifs sur la santé humaine.

Les résultats de cette étude montrent que les eaux de ces barrages présentent une pollution bactériologique importante. En effet, le nombre de coliformes totaux varie entre 4500 et 5.10^7 CT/100 ml, celui des coliformes fécaux entre 103 et 27.10^6 CF/100 ml. Les espèces retrouvées sont *pseudomonas sp*, streptocoques et les aérobies sulfito-réducteurs. Cet état de qualité médiocre des eaux des sites prélevés nécessite des mesures hygiéniques strictes et adéquates pour éviter l'usage de cette eau sans traitement préalable.

Mot clés : barrages collinaires, bactériologie, Souss Massa

Appel à un SIG pour évaluer l'impact des charges polluantes sur les ressources en eaux.

Cas du sous bassin moyen de l'Oum Er Rbia

Abdelkrim Arioua*

Equipe de recherche de Télédétection et SIG, FST, Université Sultan Moulay Slimane, BP 523 Béni Mellal, Maroc

* E-mail: a_arioua@yahoo.fr

L'exploitation d'un SIG nous a permis de préciser et de délimiter la zone la plus touchée du bassin versant d'Oum Er Rbia, par les différentes sortes de pollution. L'application du SIG sur la zone d'étude située entre Kasba Tadla et Dar Ould Zidouh nous a confirmé la situation critique et dramatique de la qualité des ressources en eau. Ceci a été engendré par le rejet des sources de pollution dans cette région sans aucun traitement préalable :

Les eaux usées domestiques constituent la principale source de pollution des ressources en eau. En effet, les rejets domestiques des villes et des centres de la région affectent la qualité physicochimique, organique et microbiologique de l'oued Oum Er Rbia et ses affluents d'une part et celle des ressources en eau souterraines d'autre part.

La quantité totale d'eaux usées domestiques rejetée par tous les centres de la région a été estimée en 2010 à 9509024 m³/an.

Les eaux usées industrielles constituent la deuxième source de pollution des ressources hydriques. Les unités agroalimentaires : les huileries, les sucreries et les laiteries considérées comme les industries les plus polluantes dans la région. . En effet, les rejets d'eaux usées générés par les industries de la région dépassent les 6000 m³/an.

Les eaux usées agricoles constituent la troisième source de pollution de notre patrimoine. La pollution agricole engendre une nuisance en nitrates affectant les eaux souterraines, estimée à 3500 T/an d'azote lessivé..

Ces grandes et diverses quantités rejetées en matières polluantes, sans aucun traitement préalable, se comporte comme une alerte d'alarme afin de trouver une solution efficace pour préserver l'environnement en général et nos ressources en eaux en particulier.

Mots clés : bassin moyen, OER, rejets, domestiques, agricoles, industriels, impacts.

Causes et dégâts des inondations des bassins versants du piedmont de l'Atlas de Béni Mellal

Abdelkrim Arioua*

Equipe de recherche de Télédétection et SIG, FST, Université Sultan Moulay Slimane, BP 523 Béni Mellal, Maroc

* E-mail: a_arioua@yahoo.fr

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les facteurs responsables des inondations catastrophiques et répétées frappant la région de Béni Mellal, en particulier le sous-bassin d'Ait Hammou Abd Essalam.

Le diagnostic de la situation actuelle de ce bassin, révèle que l'emplacement de ce village au piedmont des moyens Atlas confronte, en périodes humides, à des crues fréquentes et violentes. La dernière inondation, du 09 mars 2010, a causé des dégâts mortels et en matériels.

Devant cette situation critique, on s'est basé sur l'étude des caractéristiques physiographiques de ce sous-bassin en vue, de déduire les facteurs responsables de ce problème environnemental.

Le sous-bassin d'Ait Hammou Abd Essalam se caractérise par une forme un peu allongée et par un réseau hydrographique dendritique développé. L'altitude varie entre 650 m et 850 m (soit en moyenne 750 m). Cependant la pente est de l'ordre 5%. Le couvert végétal est quasiment absent en amont, devient important en aval du sous bassin (surtout à l'exutoire). Par conséquent, la vitesse d'écoulement devient très rapide et par la suite le pic de la crue arrivera plus vite vers l'embouchure presque obturé et inondera toute la région.

Mots clés : sous-bassin versant, caractéristiques physiographiques, inondation

Cartographie des zones inondables à l'aide d'une modélisation hydraulique. Cas de Oued El Harrach, Alger

Samira Wissem Astite^{*}, Nesr-Eddine Belabid, Abderrahmane Medjerab

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP 32 El Alia. Bab- Ezzouar, 16111 Alger, Algérie

^{*} E-mail: Astite-doc@hotmail.fr

L'Algérie est l'un des pays du monde, confronté aux phénomènes de crues et d'inondations. Ces phénomènes ont provoqué des catastrophes destructrices et ont occasionné d'importants dégâts matériels et humains à l'instar des inondations de Bab-El Oued-Alger (2003) et de Ghardaia (2008). Ceci s'explique par la présence d'une forte urbanisation au plus près des cours d'eau et à l'absence d'instruments d'urbanisme qui règlementent l'occupation du sol et définissent les espaces non constructibles. Si bien que de nombreux quartiers se sont développés anarchiquement dans des zones à risques d'inondation. Ainsi, les crues importantes n'ont lieu que rarement, donc les personnes oublient la dangerosité de l'Oued et s'installent dans son lit majeur.

Notre travail a consisté en la réalisation d'une cartographie des zones inondables au moyen d'une modélisation hydrologique et hydraulique à l'échelle du bassin hydrographique de Oued El Harrach (Alger) pour déterminer et délimiter les zones d'aléa et de vulnérabilités aux inondations. Puis intégrer ces zones à risque dans les plans de gestion et d'aménagement des territoires. Cette méthode peut servir de base à l'élaboration d'un plan de prévention des inondations pour la gestion et la planification de l'urbanisation.

Mots clés : cartographie, zones inondables, SIG, modélisation hydrologique et hydraulique, Oued El Harrach, Algérie

Pratiques agricoles et risque de pollution des aquifères. Cas de la plaine de Zana dans l'est algérien

Ali Athamena ^{1,*}, Malika Athamena ², Dalila Ziani ¹

¹ Département de l'hydraulique, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

² Bureau d'études génie hydraulique, Cité Centrale Tazoult, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: aliaures@yahoo.fr

Nous avons essayé, par ce travail, d'apporter une contribution à l'étude des aquifères de la plaine de Zana, et d'évaluer les risques de la pollution liée au flux azoté. La plaine de Zana fait partie du bassin versant des hauts plateaux constantinois et plus précisément du sous bassin versant Merdja Zana, qui s'étend sur une superficie de ~369 km². L'étude de la géologie en association avec les données de la géophysique met en évidence l'existence de deux formations. La première formation de surface, d'âge Mio-Plio-Quaternaire, est formée par des niveaux de sable, de gravier, de calcaire lacustre et des intercalations argileuses. La deuxième formation est carbonatée et formée essentiellement par des calcaires du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur (Js-Ki) de l'ensemble sud sétifien et du parautochtone aurésien. Le recouvrement de surface atteint dans certains endroits 150 m d'épaisseur notamment au milieu de la plaine et une faible épaisseur au voisinage des massifs. Quant aux formations carbonatées elles ont 350 m d'épaisseur.

La géomorphologie, montre que ce bassin allongé, se trouve à une altitude moyenne de 935 m et est caractérisé par un relief modéré et de pente douce. Le réseau hydrographique est peu développé et de type endoréique avec un écoulement temporaire.

L'étude climatologique a montré que la région d'étude a un climat semi aride avec un bilan hydrologique déficitaire.

L'aperçu hydrogéologique de la plaine montre que les formations du Js-Ki peuvent offrir des possibilités aquifères très intéressantes de même que la formation superficielle. Elle présente des potentialités aquifères non négligeables. La piézométrie montre une convergence vers les dépressions de Merdja de Zana et le Chott Saboun, qui représentent des exutoires naturels de la nappe.

L'étude hydrochimique a permis d'attribuer l'origine évaporitique aux éléments Na⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻, quant à l'élément HCO₃⁻, il est issu des formations carbonatées. Les deux compagnes d'analyses effectuées montrent que les eaux issues de l'aquifère superficiel et de l'aquifère karstique ont le même faciès hydrochimique qui est de type chloruré et sulfaté magnésien, ce qui témoigne de l'existence d'une interaction probable entre les deux aquifères. La pollution azotique n'est pas visible bien que la région soit à vocation agricole.

Mots clés: azote, plaine de Zana, pollution

Accidents géologiques et conditions d'émergence des sources, cas des sources Kochbi et Guerdjima, est algérien

Ali Athamena ^{1,*}, Malika Athamena ²

¹ Département de l'hydraulique, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

² Bureau d'études génie hydraulique, Cité Centrale Tazoult, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: aliaures@yahoo.fr

La zone de Kochbi est constitué d'un anticlinal dont l'axe est orienté E-W. Le versant Nord de ce massif est caractérisé par des chevrons plongeant vers le Nord, soulignant l'intense érosion qui a prévalu pendant le Quaternaire. La source est située à la limite Nord du massif et des terrasses alluviales formées de terrains quaternaires. Elle est creusée dans des bancs de calcaires subhorizontaux, riches en fossiles (huîtres), de teintes claires et métriques. Ces derniers sont affectés par un réseau de diaclases de direction sub-orthogonal, remplis de calcite. Le secteur montre une certaine discontinuité dans le prolongement des différents monticules et une différence d'altitude entre les reliefs soulignant ainsi la présence probablement d'accidents cachés qui ne sont pas tellement visible dans la nature. Ces derniers sont probablement responsables de l'existence de la source de Kochbi qui apparaît à la faveur d'un système de nœud de faille et du développement d'un système de Karst. Néanmoins, cette source peut être périssable et dépend des aléas climatiques, elle est probablement dépendante de petites nappes alimentées par des assises carbonatées aquifères en contact avec des dépôts quaternaires.

La zone de Guerdjima est très accidentée à relief chaotique, constituée essentiellement de marnes, d'argiles, de calcaires et de dolomies, datée du Jurassico-crétacé jusqu'au Tertiaire soulignant ainsi la complexité de l'histoire géologique affectant cette zone ; située à la limite de trois zones paléogéographiques (monts de Batna-Belezma, monts d'El Hodna, monts du Constantinois) appartenant à des domaines tectoniques différents.

Le secteur concerné est souligné par des corniches géologiques assez dégagées, constituées par des bancs de roches dolomitiques métriques de couleur marron intercalant des niveaux marneux soulignant des combes. Il est caractérisé par la présence d'indices tectoniques tels que la présence du Trias, formé de gypse, de dolomie secondaire et de brèches. Ces derniers matérialisent les accidents probablement responsables de la présence de sources thermales. Ainsi, le Trias de Koudiate El Hammam soulignant l'accident majeur de direction NW-SE qui continue jusqu'à Djebel Khala à Ain Touta est probablement responsable de l'émergence de la source thermique de Guerdjima

Potentialité d'une source thermique dans le massif des Aurès, Algérie

Malika Athamena ^{1,*}, Ali Athamena ²

¹ Bureau d'études génie hydraulique, Cité Centrale Tazoult, 5000 Batna, Algérie

² Département de l'hydraulique, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: malika_athamena@yahoo.fr

L'étude hydrogéologique de la source thermique d'Ouled Aïcha, a montré que cette source émerge dans un contexte naturel particulier. Ainsi, la présence d'une faille verticale de direction NE-SW affectant les calcaires du Crétacé a favorisé la remontée en surface d'une eau moyennement chaude dont la température est de l'ordre de 30°C et un débit d'exploitation de 31 l/s.

L'étude géophysique par prospection électrique a montré la présence en profondeur d'un niveau conducteur salifère au sein d'une masse résistante calcaire qui s'est probablement installée à la faveur de la faille. La présence de ce niveau salifère a fortement influencé le chimisme de l'eau de cette source thermique ce qui lui a donné un faciès et un caractère chimique particuliers. Ces caractéristiques physico-chimiques donnent à cette eau de vertus thérapeutiques fortes intéressantes grâce à son chimisme équilibré, à sa richesse en sels minéraux et à sa faible teneur en nitrates.

Impact des changements climatiques sur les ressources en eau dans le nord-occidental de l'Algérie

Aïcha Attaf *, Mohamed Meddi

LGEE, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida, 9000 Blida, Algérie

* E-mail: amelattaf@yahoo.fr

Cette recherche analyse une double question : quels sont les conséquences potentielles du changement climatique sur l'écoulement superficiel dans la région Nord de l'Algérie et quelles stratégies d'adaptation à ces changements au futur.

Les modèles pluies-débit jouent un rôle prépondérant pour la transformation de la pluie en débit. Dans notre recherche, nous utiliserons le modèle du génie rural à deux paramètres à l'échelle mensuels, sa structure, bien qu'empirique est conçue à partir des modèles conceptuels à réservoir.

Pour évaluer l'impact du réchauffement climatique sur les écoulements superficiels, nous avons étudié le bassin versant des Côtiers algérois, sur une période de 30 ans, pour proposer une meilleure modélisation de la relation pluie-débit au pas de temps mensuel. La calibration du modèle, grâce à une série de référence, nous a permis de déterminer les deux paramètres X1, X2 qui représentent successivement la capacité du réservoir de production et le coefficient d'échanges souterrains, afin de pouvoir faire fonctionner le modèle.

Les critères d'évaluation des performances du modèle, numériques et graphiques, ont donné des résultats satisfaisants en calage et en validation, dont les coefficients de corrélation entre les débits observés et calculés donnent des valeurs supérieures à 80, ainsi les rapports des moyennes et écarts types observés et calculés avec valeur proche de 1 pour la calibration et la validation.

Après avoir effectué le calage et la validation du modèle, nous avons étudié et analysé le comportement hydrologique du bassin aux horizons futurs 2025 et 2050. Les prévisions météorologiques (précipitations et températures) et l'application du modèle ont débouchés sur la simulation des débits aux horizons cités précédemment. Nous constatons, après analyses et interprétations des résultats obtenus que les débits moyens mensuels aux horizons 2025 et 2050 baisseront de 51% en moyenne par rapport aux débits de la période de référence (1970-2000).

Mots clés : Les modèles pluie-débit, modèle GR2M, bassin versant, réchauffement climatique

Application de la nouvelle méthode de la vulnérabilité et de risque de pollution sur les nappes d'eaux de l'extrême nord-est algérien

Badra Attoui ^{1,*}, Nacer Khérici ¹, Houria Bousnoubra ¹, Nadjat Zair ²

¹ Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

² Centre Universitaire d'El Oued, BP 789, 39000 El Oued, Algérie

* E-mail: att.badra@yahoo.fr

L'objectif de l'étude consiste à déterminer l'état de vulnérabilité et de risque de pollution des eaux souterraines de la région d'Annaba-Bouteldja avec une nouvelle méthode proposée par Khérici (2010). Généralement les méthodes d'estimation de la vulnérabilité et du risque de pollution des eaux souterraines utilisent, les systèmes paramétriques avec cotation numérique, la superposition cartographique ou les méthodes analytiques qui se basent sur les équations. Dans cette étude on considère la combinaison de deux critères basée sur les facteurs naturels (épaisseur de la zone non saturée, faciès géologique, degré d'autoépuration) et les causes de vulnérabilité des nappes à la pollution (facteurs anthropiques) provoquées par l'homme.

Mots clés : méthode de Khérici, zone non saturée, auto-épuration, vulnérabilité à la pollution, risque de pollution

Activité antifongique d'une nouvelle souche *streptomyces* sp. S21 isolée à partir des sédiments du lac Oubeira (nord-est algérien) sur *aspergillus flavus*

Adel Ayari ^{1,2,*}, Houda Morakchi ², Djamil Gacemi Kirane ²

¹ Département de Biologie, Institut des Sciences de la nature et de la vie, Centre Universitaire de Souk Ahras, Algérie

² Département de Biochimie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : ayari.adel@yahoo.fr

Certaines des infections les plus communes chez l'homme sont associées aux mycètes, ce sont des infections superficielles et relativement inoffensives. Cependant, les mycètes peuvent également causer les maladies bien plus dévastatrices, telles que l'aspergillose envahissante, qui présentent des taux de mortalité très élevés.

Parmi les espèces responsables de ces infections, *Aspergillus flavus* est une cause importante de cancer hépatique aussi bien que des manifestations occasionnelles de toxicosis aigu du foie. Pour contrecarrer cette offensive, la famille des antifongiques s'est développée et diversifiée. Beaucoup d'antimicrobiens naturels ont été isolés dans les environnements marins, dérivés des micro-organismes parmi lesquels le groupe des *Streptomyces* utilisées énormément dans la fabrication des composés pharmaceutiques actifs tels que les antifongiques.

Dans notre étude, nous avons pu isoler une nouvelle souche S21 à partir des sédiments du lac Oubeira, situé au nord-est de l'Algérie. L'identification moléculaire en se basant sur le séquençage de son ARNr 16S s'est révélée que cet isolat, appartenant au genre *Streptomyces*, nous avons étudié, pour ses caractères morphologiques et physiologiques. Nous avons également testé son activité antifongique vis-à-vis de *Aspergillus flavus* qui a montré une bonne activité.

Mots clés : *Streptomyces*, sédiments lac Oubeira, ARNr 16S, activité antifongique, *Aspergillus flavus*

Etude de la dépollution des eaux usées résiduaires urbaines de la ville de Bordj Bou Arreridj (Algérie) par le procédé de coagulation-floculation

Riad Ayeche^{*}, Salim Bounab, Farida Bounab

Laboratoire de Caractérisation et Valorisation des Ressources Naturelles, Centre Universitaire Bordj Bou Arreridj, 34000 Bordj Bou Arreridj, Algérie

^{*} E-mail: aycheraid@yahoo.fr

L'eau est une source stratégique limitée qui est non seulement indispensable à l'entretien de la vie sur terre, mais aussi d'une importance pour tous les secteurs socioéconomiques. Le développement de ces dernières se traduit inévitablement par la dégradation de la qualité des ressources hydriques.

La consommation croissante de l'eau engendre une augmentation des rejets des eaux usées, provoquant la pollution du milieu récepteur, affectant le bien être des êtres vivants et altérant l'environnement. De ce fait, un traitement des eaux usées s'avère indispensable pour l'obtention d'un effluent épuré n'engendrant aucune nuisance, ni à la faune, ni à la flore (Edeline, 1992 ; Bontoux, 1993 ; Ebeling et al., 2003).

L'épuration des eaux résiduaires est un procédé qui diminue le degré de pollution de l'environnement. La station d'épuration (STEP) de la ville de Bordj Bou Arreridj (Algérie) s'appuie sur des procédés d'épuration des eaux usées par boue activée, cependant, ses capacités biologiques sont insuffisantes et incapables pour éliminer la pollution chimique provoquée par le tissu industriel. Les eaux résiduaires de certaines installations industrielles, déversées directement dans le milieu récepteur (Oued Lkssoubé) sont à l'origine de la pollution et dégradation du milieu naturel (Harrelkas et al., 2003 ; Haydar et Aziz, 2009).

A la lumière des résultats obtenus, on constate que la charge polluante de l'eau brute de la ville de Bordj Bou Arreridj est très élevée. Les valeurs obtenues des paramètres tels que la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO) et les matières en suspension (MES) le montrent parfaitement.

La revue bibliographique montre que les matières en suspension se présentent dans les eaux sous deux formes: matières en suspension qui peuvent être d'origine minérale ou organique, et matières colloïdales de très petites tailles. La coagulation consiste en l'addition des réactifs permettant la destabilisation et l'agglomération entre elles de matières en suspension et colloïdales et leur séparation ultérieure par un procédé physique comme la décantation ou la filtration (Ahmad et al., 2007; Boeglin, 2008 ; Akshaya et al., 2012).

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les performances de la chaux et du chlorure ferrique (FeCl₃), au niveau de l'élimination des matières en suspension et de l'enlèvement des matières organiques des eaux usées urbaines de la ville Bordj Bou Arreridj, nous comptons sur le processus de la coagulation-floculation-décantation (Bechoux, 1993 ; Julien al., 1994; Aktas et al., 2001 ; James al., 2003).

Les essais de traitement ont montré que les deux coagulants utilisés permettraient de débarrasser l'eau brute de son mastère en suspension et de diminuer sa charge organique et azotée pour des doses optimales de 90 et 900 mg/L pour le FeCl_3 et la chaux respectivement. Le meilleur résultat est enregistré avec le FeCl_3 , car des performances d'abattement de 97,44 ont été obtenues pour les MES et 97,94% pour la turbidité, de même pour la chaux il donne des rendements assez acceptable, d'où en arrive à des rendements de l'ordre de 93,33% sur l'enlèvement de la turbidité et de 94,89 % pour les MES, ce qui garantit le respect des normes en vigueur.

Les différentes analyses des matières organiques sur les eaux clarifiées montrent une eau de qualité acceptable, les rendements optimaux obtenus parlent FeCl_3 et de 96,86% pour la DCO et la DBO_5 respectivement, pour une dose de 90 mg/l. de même pour la chaux d'où en arrive avec une dose optimale de 900 mg/L a des taux d'enlèvements de la matière organique de l'ordre de 61,39 pour la DCO et 67,04 % pour la DBO_5 .

D'autre part des analyses microbiologiques sont effectuées avant et après traitement de coagulation pour voir l'effet des coagulants sur l'élimination des micro-organismes. Dans ce cas un dénombrement des coliformes totaux et fécaux est réalisé. Les résultats aussi montrent qu'en arrive à un taux d'abattement supérieur à 99 % pour les deux coagulants testés.

Mot clé : chaux, chloriène ferrique, coagulation-floculation-décantation, eau usée urbaine

Références

- Ahmad, A.L., Wong, S.S., Teng, T.T., Zuhairi, A., 2007. Optimization of coagulation–flocculation process for pulp and paper mill effluent by response surface methodological analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 145 (1-2), 162-168.
- Akshaya, K.V., Rajesh, R.D., Puspendu, B., 2012. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. *Journal of Environmental Management*, 93(1), 154-168.
- Aktas, E.S., Imre, S., Ersoy, L., 2001. Characterization and lime treatment of olive mill wastewater. *Water Res.*, 35, 2336-2340.
- Bechoux, E., 1993. Technique de dosage en continu de la chaux applicables au traitement des eaux usées. *Tribune de l'eau*, 46, 562/2. Mars- Avril, 29-38.
- Boeglin, J.C., 2008. Traitements Physico-Chimiques de la pollution soluble, traité Environnement. *Techniques de l'Ingénieur*, G 1 271, 1-18.
- Bontoux, J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces - eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. *Qualité & Santé*, Edition CEBEDOC, Editeur-Technique et documentation - Lavoisier, 2^e édition, Liège, 170p.
- Ebeling, J.M., Sibrell, P.L., Ogden, S.R., Summerfelt, S.T., 2003. Evaluation of chemical coagulation–flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge. *Aquacultural Engineering*, 29(1-2), 23-42.
- Edeline, F., 1992. L'épuration physico-chimique des eaux. *Théorie et technologie*, Edition CEBEDOC, Editeur -Technique et documentation - Lavoisier, 2^e édition, Liège, 288p.
- Harrelkas, F., Azizi, A., Yaacoubi, A., Benhammou, A., Pons, M.N., 2009. Treatment of textile dye effluents using coagulation–flocculation coupled with membrane processes or adsorption on powdered activated carbon. *Desalination*, 235(1-3), 330-339.
- Haydar, S., Aziz, J.A., 2009. Characterization and treatability studies of tannery wastewater using chemically enhanced primary treatment (CEPT) - A case study of Saddiq Leather Works. *J. Hazard. Mater.*, 163, 1076-1083.
- James, M.E., Philip, L.S., Sarah, R.O., Steven, T.S., 2003. Evaluation of chemical coagulation–flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge. *Aquacultural Engineering*, 29, 23-42.

Julien, F., Gueroux, B., Mazet, M., 1994. Comparaison de l'élimination de molécules organiques par coagulation-floculation et par adsorption sur floes d'hydroxyde métallique préformés. *Wat. Res.*, 28(12), 2567-2574.

Evaluation de la vulnérabilité à la pollution de la nappe phréatique du Causse moyen atlasique, région El Hajeb-Ifrane, par la méthode drastic utilisant les SIG

Yassin Azzi *, Ali Essahlaoui, Abdellah El Hmaidi, Abdelhadi El Ouali

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: azziyassin@gmail.com

L'eau souterraine constitue une ressource renouvelable très importante dans le Moyen Atlas Septentrional. Elle est exploitée essentiellement pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'agriculture. L'urbanisation progressive du territoire, le développement des superficies aménagées pour l'agriculture, l'élevage et de nombreuses autres activités humaines, menacent cette eau dans sa qualité sans aucune surveillance obligatoire.

L'étude de la vulnérabilité dans les régions sujettes à des pollutions de différentes natures est un élément très important pour la gestion des ressources hydriques. Notre étude vise à cartographier ce phénomène à l'aide de SIG et de méthode de modélisation (ex. DRASTIC) au niveau du causse moyen atlasique (région El Hajeb-Ifrane). Cette région occupe une place importante dans le territoire marocain, aussi bien par sa situation géographique que par ses potentialités hydriques et agricoles.

Le diagnostic initial révèle qu'il s'agit d'un milieu à faible topographie, et d'une lithologie karstique favorable au développement d'une grande perméabilité susceptible d'affecter sérieusement la qualité des eaux souterraines.

Cette étude consiste à l'évaluation de la vulnérabilité de la nappe du causse d'El Hajeb –Ifrane à la pollution en utilisant les systèmes d'informations géographiques.

L'étude de la vulnérabilité de la nappe à la pollution consiste à une compilation des données relatives à plusieurs disciplines comme la topographie, la géologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la climatologie. Ainsi plusieurs cartes ont été utilisées à savoir : les cartes topographiques d'El Hajeb, Ifrane, Azrou au 1/50000, la carte géologique d'El Hajeb au 1/100000, la carte piézométrique, en plus de l'utilisation du Modèle Numérique de Terrain.

La méthode d'évaluation de la vulnérabilité d'une nappe d'eau souterraine consiste à évaluer les différents paramètres qui interviennent dans le transfert vertical de la pollution à partir de la surface du sol (Sinan et al., 2003), notamment (i) la recharge de la nappe (à partir des précipitations, cours d'eau, infiltration des eaux d'irrigation, etc.) ; (ii) la nature et épaisseur du sol ; (iii) les caractéristiques de la zone non saturée (lithologie, perméabilité, etc.) et (iv) la profondeur de l'eau par rapport au sol.

La méthode adoptée dans le cadre de notre étude est la méthode DRASTIC. Celle ci reste le modèle standard le plus utilisé. C'est une méthode générale utilisée en première analyse, parce qu'elle permet de cartographier de grands territoires. Les paramètres pris en considération par cette méthode pour l'établissement d'une carte de vulnérabilité sont : la profondeur de la nappe (D), la recharge nette (R), les matériaux constituant l'aquifère (A), le type de sol (S), la topographie (T), l'impact de la zone non saturée (I) et la conductivité hydraulique (C).

C'est une méthode qui consiste à attribuer des cotes variant de 1 à 10 et des poids allant de 1 à 5 pour chaque paramètre. L'indice de vulnérabilité final recherché (IV), s'obtient en additionnant les produits des cotes des sept paramètres par leurs poids respectifs:

$$IV = D_p * D_p + R_p * R_c + A_p * A_c + S_p * S_c + T_p * T_c + I_p * I_c + C_p * C_c$$

où D, R, A, S, T, I, et C sont les sept paramètres de la méthode DRASTIC, p étant le poids du paramètre et c, la cote associée.

Afin d'élaborer la carte de vulnérabilité, plusieurs cartes thématiques ont été dressées à savoir :

(i) la carte des pentes : la pente constitue un indicateur important quant au ruissellement ou infiltration des précipitations. A l'exclusion du long de l'oued Tizguite où la pente peut dépasser dans certains cas 10%, les autres terrains sont très peu accidentés (moins de 2%).

(ii) la carte des profondeurs de la nappe souterraine : elle a été établie à partir de la carte piézométrique (Essahlaoui, 2000; Aouragh, 2007) et la carte du MNT. Cette carte montre des niveaux de faibles profondeurs (inférieurs à 20 m) surtout dans les périphériques du causse ; moyennement forte dans le centre (jusqu'à 80 m). Ce paramètre à lui seul peut renseigner sur la vulnérabilité de la nappe.

(iii) la carte de la recharge ou pluie efficace : elle été élaborée en effectuant un bilan hydrique de la zone étudiée. La nappe aquifère est rechargée principalement par infiltration directe à hauteur de 10-15 mm en moyen.

La finalisation de l'étude par l'élaboration de la carte de vulnérabilité de la nappe de la région constituera un outil très important pour le diagnostic de la qualité des eaux du causse moyen atlasique à travers une cartographie des zones touchées et/ou à risque de pollution. Les cartes obtenues constituent un outil très important pour aider à la protection de cette nappe et aussi pour la bonne gestion des ressources en eau et sol de la région.

Mots clés: SIG, nappes, vulnérabilité, pollution, DRASTIC, Causse d'El Hajeb - Ifrane.

Références

- Aouragh H., 2007. Apport de l'outil SIG et de la télédétection à l'étude du réservoir du causse d'El Hajeb-Ifrane. *DESA*, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, 86p
- Essahlaoui A., 2000. Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le bassin de Meknès-Fès (Maroc) : prospection géoélectrique, étude hydrogéologique et inventaire de ressource en eau. *Thèse de Doctorat ès-Sciences Appliquées*, Ecole Mohammadia d'ingénieurs, Rabat, 258p.
- Sinan M., Maslouhi R., Razack M., 2003. Utilisation des SIG pour la caractérisation de la vulnérabilité et de la sensibilité à la pollution des nappes d'eau souterraine. Application à la nappe du Haouz de Marrakech, Maroc. *2ème FIG Regional Conference Marrakech*, Morocco, 1-15

Relation fracturation morphologie, implications hydrogéologiques. Exemple des calcaires fissures de la région de Chéria, nord-est algérien

**Fethi Baali ^{1,*}, Kemissi Chamekh ², Moufida Bouteraa ¹, Chemseddine Fehdi ¹,
Abdelkader Rouabhia ¹**

¹ Laboratoire Eau et Environnement, Université de Tébessa, route de Constantine, 12000 Tébessa, Algérie

² Laboratoire Eau et Environnement, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

* E-mail: Baali_fr2000@yahoo.fr

La région de Chéria est située au nord-est algérien, à 45 km au sud-ouest de la ville de Tébessa. D'une surface de 720 km², elle abrite plus de 66000 habitants et est caractérisée par un climat semi-aride.

Le substratum du bassin versant est constitué essentiellement de calcaires du Maestrichtien et de l'Eocène, fissurés et karstiques et qui sont le potentiel aquifère de la région. Cette étude a montré une corrélation entre la morphologie, la fracturation dans les calcaires et les directions des écoulements souterrains. Cette étude a permis de localiser la fissuration dans les cent premiers mètres dans la partie sud de la région et en allant jusqu'à l'exutoire. L'analyse des photos aériennes du plateau de Chéria montre les mouvements de masses, l'orientation de leur évolution, leurs formes et leurs positions, l'apparition de phénomènes karstiques qui ont engendré l'affaissement de Draa Douamis, et l'effondrement au centre-ville de Chérai. Cette analyse illustre également l'intensité des réseaux de fracturation, ainsi que leur relation avec l'environnement lithologique et structural.

La répartition des linéaments de la partie étudiée du plateau de Chéria, la fracturation se distribue selon les deux fourchettes à direction dominante N40-50° et N130-150°. Les directions N130-150°, peuvent être référencées parmi celles produites à partir des mouvements tangentiels (NW-SE) de compression qui s'accroissent et déterminent le plissement général d'intensité moyenne. La direction N40-50° a comme origine les failles post-miocènes, donnant naissance au fossé d'effondrement d'El Hamamet (nord de la région d'étude), sachant que ces fractures sont situées à sa limite sud.

L'organisation hydrographique est conditionnée en fait par le jeu de la nature lithologie et de la tectonique cassante. La fracturation en général et la néotectonique en particulier combinée aux facteurs lithologiques et morpho-structuraux ont un rôle déterminant dans la distribution actuelle des ressources hydriques.

Mots clés : Chéria, Tébessa, fracturation, karstification, alignement, morphologie structurale

Traitement des eaux usées domestiques par plantes. Cas du Sahara septentrional algérien

Oum Elkheir Bachi^{1,2,*}, Samia Bissati¹, Sofiane Saggai^{3,*}

¹ Laboratoire des Bio-ressources sahariennes : préservation et valorisation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

² Centre de Recherche Scientifique et Technique dans les Régions Arides, Station milieu biophysique, Touggourt, Algérie

³ Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones arides, Faculté des Sciences et de la Technologie et des Sciences de la Matière, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

* E-mails: sofianeaero@yahoo.fr , nawelecol@yahoo.fr

Le présent travail, vise à étudier l'efficacité d'un système d'épuration d'eaux usées (Waste Water Garden). Les résultats obtenus, montrent la capacité de ce système dans l'élimination des matières en suspension, nous avons enregistré une valeur minimale de 24,57 mg/L en aval de la station, où la turbidité de l'eau est faible et sa couleur est très claire. L'abattement des matières en suspension contribue donc à un meilleur rendement en DBO5 et en DCO. Les quantités de DBO5 atteignent des valeurs minimales au niveau du boîtier de contrôle telles que 45,66 mg/L d'oxygène en hiver, et 50,11 mg/L d'oxygène comme minimum en automne.

Mots clés: macrophytes, eaux usées, qualité de l'eau, DBO5, DCO

Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem

Abdelkader Baiche^{*}, Sidi Mohamed Hayane, Halima Ablaoui

Faculté des Sciences de la terre, géographie et aménagement du territoire, Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

* E-mail : baicheabdelkader@yahoo.fr

La région de Mostaganem, essentiellement à vocation agricole, a connu ces dernières années, de profonds bouleversements du fait d'un fort développement démographique lié à l'implantation d'industries utilisatrices d'une importante main d'œuvre. Il s'en est donc suivi un accroissement des besoins en eau tant pour l'alimentation des populations que pour celle des industries à fortes consommations de cette précieuse ressource (raffinerie de sucre, usine de pâte à papier et conserveries). D'ores et déjà, une question se pose : y a-t-il une surexploitation de l'aquifère de cette région ? La comparaison des essais de pompage, ainsi que l'étude de la carte de fluctuation, montrent que la nappe est surexploitée, surtout dans les zones de pompage et plus particulièrement le long des axes de drainage. Un essai de bilan établi sur la période 1990-2010 donne un solde déficitaire de 276.10^6 m^3 , correspondant à une surexploitation de la nappe de l'ordre de $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Un programme de gestion des ressources du plateau de l'aquifère de Mostaganem doit donc être établi (captage des sources mal captées ou non captés comme Ain Soltane, avec $4.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ pour permettre aux ressources de se reconstituer dans les secteurs où la nappe a connu les rabattements les plus importants.

Mots clés : eau, industrie, surexploitation, pompage d'essai, fluctuation, gestion

Analyse des tendances sur les précipitations dans le bassin de la Tafna, Algérie nord-occidentale

A. Bakreti ^{*}, Abdelmadjid Benali, Hamidi Mansour

Laboratoire hydrogéologie et environnement, Département des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement de Territoire, Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

* E-mail: bakhti_a@yahoo.fr

La variabilité du climat n'est désormais pas le seul problème qu'on propose pour justifier la perturbation de l'écoulement et ses conséquences sur la gestion de la ressource en eau surtout dans les bassins soumis au contexte semi aride comme celui du bassin de la Tafna. Ce système occupe la partie occidentale de l'Algérie et représente un bon exemple pour valider notre conclusion. Nous présentons dans cet article l'analyse de la variabilité des précipitations que nous avons complétées par une analyse de leurs tendances et ruptures durant la période [1976-2006]. L'étude des tendances n'a révélé aucune diminution pour les précipitations sur la période étudiée. Le bassin de la Tafna serait influencé par d'autres phénomènes indépendants à son contexte climatique.

Mots clés : bassin versant de la Tafna, climat semi aride, analyse de tendance et de rupture

Le réacteur anaérobie élément clé du système intégré

Meriem Bamaarouf ^{1,*}, Jawad Elghabi ², Hichame Ihmaine ²

¹ Ecole Supérieure de Technologie de Salé, Université Mohammed V, Agdal-Rabat, Avenue Prince Héritier Sidi Mohammed, BP 227, Salé Médina, Maroc

² Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Université Mohammed V, Agdal-Rabat, Avenue Ibsina BP 765 Agdal, 4 Avenue Ibn Battouta BP 1014 RP, Rabat, Maroc

* E-mail: meriembamaarouf@hotmail.fr

Quand le climat le permet, le système intégré réacteur anaérobie-chenal algal à haut rendement (RA-CAHR) est une alternative intéressante qui supprime les systèmes conventionnels d'épuration, et ceci compte tenu des avantages qu'elle présente. En plus d'un coût énergétique très réduit ce système présente une construction simple, une élimination des odeurs en plus de l'exploitation des algues.

Le chenal algal à haut rendement (CAHR) dans une station d'épuration du type système intégré "réacteur anaérobie-chenal algal à haut rendement" a pour fonction d'enlever une grande fraction de la pollution dissoute contenue dans l'effluent à traiter. Son efficacité dépend essentiellement de ses caractéristiques hydrauliques.

Le réacteur anaérobie est placé en amont du chenal algal à haut rendement. Son rôle majeur est de supporter les variations de charges auxquelles le CAHR ne peut résister. En effet en absence du bassin anaérobie en tête du système de traitement, le chenal algal à haut rendement, ne peut réagir à ces variations et nous obtenons ce qu'on appelle une déstabilisation du système (Jellal, 1994), caractérisée par un brunissement du contenu du chenal algal, fort probablement dû à un excès de matière organique et des matières en suspension (El Hamouri, 1995).

Durant le passage des eaux usées dans le réacteur anaérobie, les matières en suspension vont sédimenter et former des boues au fond du bassin. Les matières organiques vont subir un certain nombre de transformations pour aboutir à la formation d'un gaz récupérable : le méthane.

Éléments clés du système intégré, le réacteur anaérobie permet la préservation de l'équilibre du CAHR, qui est assez fragile, en lui évitant les chocs de charge et en lui délivrant un substrat facilement biodégradable. Un bon fonctionnement du réacteur anaérobie influe directement sur le rendement du chenal algal. Ce fonctionnement englobe l'aspect cinétique ainsi que l'aspect hydraulique. Donc il s'avère impératif de développer les performances de ce réacteur.

Mots clés : réacteur anaérobie, épuration, chenal algal à haut rendement, algues, pollution

Impact des rejets des industries textiles sur la sante humaine

Doha Barrani ^{*}, Abdelhamid Bouzidi

Laboratoire de sciences de l'environnement et de développement, Faculté des sciences et techniques, Université Hassan 1er, Settat, Maroc

^{*} E-mail: barrani.doha@gmail.com

En absence de normes de rejet, les rejets industriels au Maroc sont rejetés dans le milieu naturel, en particulier le sol, sans aucun traitement préalable. Aussi, l'objectif du présent travail est d'étudier l'impact des rejets industriels liquide riches des matières polluantes au niveau du sol.

L'industrie textile marocaine est l'une des fonctions motrices et dynamiques de tout le tissu socioéconomique. Il est relativement plus capitalistique caractérisée par une évolution technologique rapide et concentre à lui seul près « tout à l'égout » et se déverse directement vers les sols. Cette situation mène à la détérioration de l'environnement spécialement en raison des rejets de micropolluants toxiques, à savoir les métaux lourds.

L'eau polluée provenant des chaînes de finition, de teinture et de lavage dans les industries textiles, constitue une source importante de pollution. Ce rejet liquide a généralement une couleur intense, un pH élevé, une quantité importante des particules en suspension et une forte demande chimique en oxygène. L'industrie textile utilise environs 10 000 types de colorants, la majorité est constituée de substances toxiques qui présentent un danger autant pour l'homme que sur la vie aquatique. 15 % de ces colorants utilisés sont retrouvés dans les rejets liquides à destination des ruisseaux, rivières, fleuves, mers et sols.

Les conditions écologiques qui se détériorent sont une des causes principales des problèmes de santé et de mauvaise qualité de vie des gens. Les déchets organiques jetés par terre et laissés à pourrir dans les rues sont une sérieuse menace à la santé car ils attirent les rats et autres porteurs de maladies. Des cours d'eau pollués rendent les communautés vulnérables aux maladies hydriques.

La contamination des sols peut réduire leur viabilité pour les besoins de la production alimentaire. Les substances toxiques rejetées dans l'environnement contribuent à la pollution du sol et à l'incidence accrue des maladies chez les gens, cette toxicité atteinte du génome, perturbation du système endocrinien et perturbation du fonctionnement des tissus et organes.

Mots clés : sol, rejets industrielles liquides, industrie textile, pollution, santé humaine

Contribution à l'étude des diagrammes de phases eau-sel

Abderrahim Barroug ^{*}, Mustapha Boulghalatte, Latifa Laallam, Ahmed Jouaiti

Equipe de Corrosion et de Traitement des Matériaux, FST, BP 523, 23000 Béni Mellal, Maroc

^{*} E-mail: barroug1962@gmail.com

La terre, riche de formes de vie diverses et abondantes se trouve aujourd'hui confrontée à une sérieuse crise d'eau. Tout indique que celle-ci est en train de s'aggraver et qu'elle continuera à le faire si des mesures correctives ne sont pas prises d'urgence.

La mauvaise gestion des ressources hydriques et les utilisations inadéquates de l'eau sont les principales causes de la rareté de cet élément vital. Mais la véritable tragédie est l'impact de cette crise d'eau sur la vie quotidienne des populations en particulier les plus pauvres, qui vivent dans des environnements dégradés et souffrent de maladies liées vraisemblablement à la pénurie d'eau.

La raréfaction de l'eau est donc un défi majeur à soulever par l'humanité à l'aube de ce troisième millénaire, et c'est dans ce contexte que ce problème doit être envisagé. Nous devons l'inscrire dans un scénario global de résolution des problèmes et des conflits.

Une des solutions pour pallier au manque d'eau potable sont les stations de dessalement. Celles-ci permettent de produire de l'eau potable à partir de l'eau de mer ou d'eaux saumâtres grâce à des techniques particulières. Ces techniques se distinguent en deux familles: la distillation thermique, et les techniques à membranes. Toutefois, bien que ces techniques viennent répondre parfois rapidement à un manque d'eau, elles ne sont pas pour autant sans risque sur le côté environnement. En effet, le rejet dans le milieu marin: des saumures (concentré de sel), des éléments chimiques (chlore, cuivre, zinc, etc.) et des effluents thermiques, peut bouleverser ou même menacer les espèces d'un écosystème sensible à ces agents.

Le travail que nous présentons dans cette note s'inscrit dans le cadre des efforts développés sur le plan international pour déterminer les propriétés physico-chimiques importantes de l'eau. Le sel étant une substance cryoscopique, cela signifie que lorsqu'il se dissout dans l'eau, il abaisse la température de congélation de la solution résultante. Une teneur élevée en sel dans la solution fera baisser le point de congélation. L'étude et la caractérisation d'un diagramme de phase eau - sels s'avère donc intéressante et fait l'objet de ce travail.

Modélisation des diagrammes de phase par le modèle pseudo-idéal. Exemple de l'eau de mer

Abderrahim Barroug^{*}, Latifa Laallam, Mustapha Boulghalatte, Ahmed Jouaiti

Equipe de Corrosion et de Traitement des Matériaux, FST, BP523, 23000 Béni Mellal, Maroc

^{*} E-mail: barroug1962@gmail.com

L'eau de mer constitue une réserve en eau d'une importance vitale pour l'humanité. En vu de développer des techniques efficaces de traitement, la compréhension de son comportement et la détermination de ses grandeurs physico-chimiques passe par l'étude de son diagramme de phase.

Dans ce travail nous avons utilisé un modèle pseudo-idéal, dans le but d'étudier le diagramme de phase eau-sel. Pour simplifier l'étude nous avons assimilé l'eau de mer à un système à cinq éléments (H_2O , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^-)

Le modèle pseudo-idéal s'appliquent quelque soient la nature et l'état physique des phases en présence. Grâce à ce modèle nous avons pu représenter les courbes d'équilibre en fonction de la température à l'aide de deux paramètres d'ajustement. Enfin, un diagramme de phase de dimension cinq a été élaboré.

Mobilisation des bénévoles et développement durable des zones desservies par les associations des usagers directs de l'eau dans un contexte de transition démocratique

Ridha Bechri^{*}, Mehrez Chaher

Institut Supérieur de Gestion de Tunis, Université de Tunis, 9260 n°73 Jbej Jloud, 1046, Tunis, Tunisie

^{*} E-mail: ridha.bechri@yahoo.fr

Depuis 1992, la Tunisie a adopté une politique hydraulique fondée sur le regain d'intérêt en faveur des Associations d'usagers directs de l'eau. L'évolution institutionnelle qui lui est associée s'est traduite par l'élargissement progressif des attributs des dites associations pour qu'elles contribuent au développement durable de leur territoire d'intervention. Cependant, ce processus ne semble pas avoir rempli convenablement ses objectifs et ce pour des raisons d'ordre technique et réglementaire en sus de la négligence du volet humain.

L'ambition de cette communication est d'examiner la relation entre la mobilisation du travailleur bénévole et les démarches de développement durable au sein des Associations d'usagers de l'eau.

L'approche holistico-inductive que nous avons adoptée nous a permis de situer la mobilisation du personnel bénévole autour des pratiques de « développement », de « communication » et d'« appartenance ». Le développement durable au sein des Associations apparaît comme une conception hybride dans la mesure où il rallie l'approche Européenne à l'approche Anglo-saxonne. Le réseau social issu de cette phase de transition démocratique depuis la révolution du 14 Janvier 2011 place les bénévoles à l'interface des parties prenantes, les aide à transiger les vides relationnels et à répondre aux exigences qui ne sont pas toujours conciliables.

Mots clés : Eau, transition démocratique, Mobilisation des bénévoles, trou structural, développement durable

Le système d'irrigation : savoir-faire et durabilité. Cas du Ksar Boukais, Algérie

Redouane Bekhedda^{*}, Rekia Lazreg

Université de Béchar, BP 417, 08000 Béchar, Algérie

^{*} E-mail : redouane_archi@yahoo.fr

Agir pour l'identité de notre patrimoine, c'est souvent intervenir pour nos ksours ; mais le plus souvent passe devant nos yeux un patrimoine vivant cohabitant avec le Ksar appelé l'oasis avec sa source d'eau et sa palmeraie où s'émerge la plupart des ksours. Cet élément vital connaît sa vie jusqu'à nos jours grâce à un savoir faire à la fois technique, économique et social matérialisé à travers un système d'irrigation fondé purement sur des bases scientifiques avec une précision particulière et par son hiérarchisation et son fonctionnement, reflète une cohésion sociale indéniable et particulière.

De ce fait le ksar Boukais, objet de notre étude, reste le témoin d'une longue histoire faite par les habitants de la région (d'origine berbère), et d'un mode d'appropriation de l'espace. Et d'autre part, l'oasis et l'histoire restent un témoin qui confirme le rôle important de l'eau dans la vie des *ksouriens* et l'importance de la terre en tant que foyer de nourriture pour l'homme habitant du ksar.

Mots clés : patrimoine, ksar, système, irrigation, élément vital, savoir faire, cohésion sociale

Etude de la rétention du cristal violet par des adsorbants composites à base de gel de silice-polymère

Fouzia Belaib ^{*}, Abdesslam Hassen Meniai, Rima Chahinez Azzi, Esma Geghloud

Laboratoire de L'ingénierie des Procédés d'environnement (LIPE), Département de Chimie industrielle,
Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

^{*} E-mail : belaibfouzia@yahoo.fr

Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes, dans le milieu récepteur sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer sur l'environnement et sur la santé. Dans ce contexte l'utilisation des matériaux composites à base de gel de silice enrobé par un polymère qui est le polyaniline dans l'adsorption du cristal violet

Donc l'élimination du cristal violet (CV) en solution aqueuse par adsorption sur des supports synthétisés à base de gel de silice enrobé par le polyaniline (Belaib et al., 2004) a été étudié par la méthode en batch .Les résultats obtenus montrent que la capacité d'adsorption est influencée par certains paramètres tels que le temps de contact, le pH, la concentration initiale ,la vitesse d'agitation, le rapport solide /liquide .On a pu aboutir à un taux d'élimination compris entre 90et 99% dans les conditions envisagées, l'adsorption suit une cinétique du deuxième ordre. Le modèle de Langmuir décrit mieux la rétention du CV et le rendement d'adsorption est important R=87% d'où l'utilité de ce matériau dans le domaine du traitement des eaux.

Mots clés : adsorption, cristal violet, gel de silice enrobé, traitement des eaux

Référence

Belaib F., Meniai A.H.,Bencheikh Lehocine M.,Mansri A.,Morcellet M., Bacquet M., Martel B., 2004. A macroscopic study of the retention capacity of copper by polyaniline coated onto silica gel and natural solid materials. *Desalination*, 166, 371-377.

Characterisation of the main karst aquifers of the Tezbent mountain, Tebessa region, northeast of Algeria, using a hydrogeochemical approach

Dalila Belfar ¹, Chemseddine Fehdi ^{1,*}, Elias Salameh ²

¹ Department of Geology, Tébessa University, 12002 Tébessa, Algeria

² Department of Geology, University of Jordan, Amman, Jordan

* E-mail: fehdi@yahoo.fr

The Hammem Wadi Basin, situated in the northwest of the Tezbent mountain range, northeast of Algeria, drains carbonate aquifers through some important karst springs. The physical, chemical and isotopic characteristics of spring and well water samples were studied for two years in order to assess the origin of groundwater and determine the factors driving the geochemical composition. The ionic speciation and mineral dissolution/precipitation was calculated by WATEQF package software. The water chemistry is related to the dissolution and/or precipitation processes during the water-rock interaction and to the cationic exchange reactions between groundwater and clay minerals.

Two groups of water samples were identified: (1) low mineralization, ion concentration waters of Ca-Na-HCO type and (2) moderate to high mineralized waters of Na-HCO type.

The main factors controlling the groundwater composition and its seasonal variations are the geology, because of the presence of carbonate formations, the elevation and the rate of karst development. In both groups, the carbonate chemistry is diagnostic of the effect of karst development. The supersaturation with respect to calcite indicates CO₂ degasing, occurring either inside the aquifer in open conduits, or at the outlet in reservoirs. The undersaturation with respect to calcite shows the existence of fast flow and short residence-time conditions inside the aquifer. Interaction between groundwater and surrounding host rocks are believed to be the main process responsible for the observed chemical characteristics of groundwater in the study area.

In the present study, saturation indexes (SI) with respect to carbonate (calcite, dolomite, and aragonite) and evaporate (gypsum, anhydrite) minerals, as well as activities of soluble species, were calculated using the computer chemical program PHREEQC-2 version 2.10 (Parkhurst and Appelo, 1999), because all the investigated groundwaters were very low in total dissolved solids, the expression of Debye and Huckel (1923) was used for the computation of coefficient activities.

Keywords: Karst aquifer, hydrochemistry, saturation indexes, Tezbent

References

- Parkhurst, D.L., Appelo, C.A.J., 1999. User's guide to PHREEQC (Version 2) - A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. US Geological Survey Water Resources Investigations. *Report* 99-4259, U.S. Geological Survey, Denver, 312p.
- Debye, P., Hückel, E., 1923. Zur Theorie der Elektrolyte. I. Gefrierpunktserniedrigung und verwandte Erscheinungen (On the Theory of Electrolytes. I. Freezing Point Depression and Related Phenomena). *Physikalische Zeitschrift*, 24(9), 185-206.

Contribution à l'élaboration de la carte des réseaux hydrographiques et leur impact sur le potentiel apicoles. Cas des monts de Béni Chougrane, Mascara, Algérie

Abdelkader Belhadi *

Laboratoire de recherche en Géo-Environnement et Développement des Espaces (LRGEDE)

Université de Mascara, BP 305, 29000 Mascara, Algérie

* E-mail: abelhadi2001@yahoo.com

Les méthodes classiques d'élaboration de la cartographie des réseaux hydrographique restent très coûteuses et prennent beaucoup de temps. Le présent travail se propose d'utiliser une méthode rapide d'élaboration de cette carte avec des possibilités d'actualisation.

Alors le développement de l'activité apicole dans les monts de Béni Chougrane reste une option intéressante pour l'amélioration des conditions sociales de la population rurale. La maîtrise de potentialités apicoles de cet ensemble géographique constitue un élément déterminant pour dynamiser le développement rural dans cette zone fragilisée et assez hostile par son climat et son relief.

En utilisant la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques et en croisant une série des données découlant d'une succession de traitements et de recoupements, il est possible d'obtenir une esquisse cartographique intéressante des réseaux hydrographiques de la région de Béni-Chougrane.

Mots clés: cartographie, réseaux hydrographiques, potentiel apicole, SIG, Télédétection, Béni-Chougrane

Etude de la qualité des eaux d'irrigation dans la plaine de Sidi-Bel-Abbès, Algérie

Karim Belkadi, Mustapha Zouaoui-Rabah *

Laboratoire de matériaux et de catalyses, Faculté des Sciences, Université Djillali Liabès, rue Ben M'Hidi, BP 89, 22000 Sidi-Bel-Abbès, Algérie

* E-mail: mus_han2002@yahoo.fr

Avec l'exploitation intensive des terres agricoles et une très faible pluviométrie, la plaine de Sidi-Bel-Abbès est confrontée à une sérieuse vague de sécheresse. Ces paramètres risquent de transformer la région en zone semi-aride. La qualité des eaux et surtout celles destinées à l'irrigation pose problème. En fait l'utilisation anarchique des sources d'eau dans l'irrigation et la diversification des cultures sans études préalables ont causé la détérioration de la qualité des eaux de la plaine. Dans cette étude, plusieurs points d'eau (eaux de surfaces et souterraines) ont été analysés. Notre accent est mis sur quelques critères pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation ; la salinité, l'alcalinité, la dureté, le sodium et le pH de l'eau. Les premiers résultats expérimentaux ont montré la présence de plusieurs zones à forte salinité et alcalinité, rendant ainsi ces eaux inutilisables pour certaines cultures.

Mots clés : semi aride, salinité, plaine, eaux d'irrigation, alcalinité

Etude de l'influence de différents paramètres sur l'élimination du chrome hexavalent par électrocoagulation bipolaire

Fatma Belkessam ^{1,*}, Mohand Aidene ¹, Hakim Lounici ²

¹ Département de Chimie, Université de Tizi-Ouzou, BP 17 RP, 15000 Tizi-Ouzou, Algérie

² Laboratoire de Biotechnologie Environnementale, Ecole nationale Polytechnique d'Alger, 10, Av. Hassene Badi El-Harrach, 16000 Alger, Algérie

* E-mail: fatbelkessam@yahoo.fr

Le présent travail est consacré à l'étude du procédé d'électrocoagulation pour le traitement des rejets métallifères. L'électrocoagulation est un procédé d'électrolyse à anodes solubles. En imposant un courant électrique entre les électrodes, et selon la nature des anodes, qui sont en général soit des plaques de fer ou d'aluminium, des ions de fer (Fe^{3+}) ou d'aluminium (Al^{3+}) sont libérés. Notre travail consistait à étudier l'influence de différents paramètres sur l'efficacité du procédé d'électrocoagulation appliqué à l'élimination du chrome (VI). Nous avons ainsi préparé dans un premier temps des solutions de concentrations variables en Cr (VI) (5, 50, 200, 300, 500 ppm).

Les paramètres retenus sont : La densité de courant, la salinité, le pH initial de la solution, la concentration de la solution, la distance inter-électrodes et le nombre d'électrodes.

Pour les deux matériaux d'électrodes utilisés à savoir l'aluminium et le fer, nous avons systématiquement étudié l'influence de chacun de ces paramètres sur l'efficacité de l'élimination du Cr (VI). A l'issu de ce travail, nous avons sélectionné les conditions optimales du procédé d'électrocoagulation. Nous avons appliqué ce procédé en utilisant les paramètres optimaux sur un rejet de l'ENIEM C.A.M Oued-Aissi et nous avons réussi à ramener la concentration en Cr (VI) à des valeurs au de-là de la valeur limite admise et atteindre (~80%) d'abattement de la DCO (Demande chimique en oxygène).

La comparaison entre les deux matériaux d'électrode (Aluminium et fer) a montré que l'efficacité d'élimination du Cr (VI) et d'abattement de la DCO est beaucoup plus meilleure dans le cas des électrodes en Fer et ont été obtenues en un temps relativement très court.

Les floccs ainsi récupérés ont fait l'objet d'une visualisation par le MEB (Microscopie à balayage électronique) et une analyse de la DRX (Diffraction des rayons X), afin de connaître la composition du floc ayant servi efficacement à la déchromatation. La dépense en énergie spécifique est beaucoup plus petite en utilisant les électrodes en fer.

Mots clés : électrocoagulation, récupération, rejets métallifères, élimination du chrome

Intérêt de l'irrigation à l'eau de mer des plantes. Cas d'une halophyte comme marqueur biologique de la tolérance à la salinité, dans la perspective de réhabilitation des zones arides

Moulay Belkhodja ^{1,*}, Nadia Soualmi ²

¹ Laboratoire d'Eco Physiologie Végétale, Faculté des Sciences, Université d'Oran, 31000 Oran, Algérie

² Faculté des Sciences, Université de Tiaret, 14000 Tiaret, Algérie

* E-mail : moulay2009@yahoo.fr

En Algérie, les ressources en eau de surface ne répondent pas aux besoins de l'agriculture à cause de l'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies. Pour pallier à cette contrainte, des approches éco-physiologiques peuvent constituer des voies dans l'utilisation de l'eau de mer pour l'irrigation des plantes (Harrouni, 1998; Zhao et al., 2008 ; Feizi et al., 2010). Cependant, cette stratégie impose une analyse du comportement physiologique et biochimique du végétal soumis à un régime hydrique à l'eau de mer pour évaluer son seuil de tolérance à la salinité. Comme marqueur biologique de cette tolérance, le choix a porté sur une halophyte, l'*Atriplex* qui est caractérisée par un degré élevé de tolérance à l'aridité et à la salinité (Le Houérou, 1992). Elle utilise l'eau avec une grande efficacité (Martínez et al., 2003), a la propriété de produire une abondante biomasse foliaire (Benchabane, 2000) et de la maintenir active pendant les périodes défavorables de l'année (Le Houérou, 2000). Divers travaux rapportent que ces espèces pourraient survivre dans des conditions fortement défavorables de salinité (Gihad et El Shaer, 1992) et de manque d'eau dans le sol (Correal, 1991; Rontein et al., 2002) tout en préservant une croissance optimale (Quian et al., 2001). Elles peuvent accumuler jusqu'à 35-40% de sels dans leurs organes sans endommager leurs fonctions essentielles vitales.

Expérimentalement, l'impact de l'irrigation des plantes à l'eau de mer est suivi chez deux provenances d'*Atriplex halimus* L. récoltées à Oran (Nord-Ouest du littoral algérien) et à Aïn Dheb (hauts plateaux intérieurs). Dès le 165^{ème} jour après semis en pot, selon la fréquence d'un jour sur deux, les plantes témoins sont nourries à la solution nutritive de Hoagland pour un 1^{er} lot de plantes et au NaCl+CaCl₂ à 600 meq (concentration proche de celle de l'eau de mer) pour un 2nd lot alors que le 3^{ème} lot reçoit la solution à l'eau de mer non diluée.

Après 5 semaines de traitement, les paramètres d'ordre physiologique (teneur relative en eau, pertes d'eau foliaire par transpiration, résistance stomatique) et biochimique (glucides) sont analysés. Les réponses des plantes expriment des variations dans les pertes en eau par transpiration, des teneurs relatives en eau, une résistance stomatique et des fluctuations dans les teneurs en sucres des feuilles. Ainsi, les résultats des indicateurs hydriques tels que la teneur relative en eau (TRE ou RWC) montrent une fluctuation durant les 5 semaines sous les deux types de stress. A la fin des 5 semaines de traitement, les provenances d'Oran ont des taux de RWC de 75.45%, 66.41% et 71.34% respectivement pour les plantes témoins, sous salinité à 600 meq de NaCl+CaCl₂ et à l'eau de mer sont observés. Pour les plantes de Aïn Dheb Le RWC révèle des taux respectifs de 76.5%, 71.14% et 71.72%.

La transpiration (perte d'eau par feuille excisée ou RWL) est calculée après 30, 60 et 120 mn à la fin de la période d'application du stress. Elle présente une baisse chez les deux provenances et sous les deux types de stress.

En outre, la résistance stomatique a affiché une grande variabilité pour les deux provenances. Pour celles d'Oran, il est noté une résistance stomatique de $89.4 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ sous le traitement à 600 meq de $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ et $61.25 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ sous stress à l'eau de mer, valeurs significativement supérieures à celles des plantes témoins ($6.25 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Pour les plantes des provenances de Aïn Dheb, la résistance stomatique varie différemment en passant de $19.74 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ pour les plantes traitées à 600 meq à $20.26 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ sous traitement à l'eau de mer.

De plus, le stress salin a provoqué des variations biochimiques; les sucres se sont accumulés mais de façon plus importante chez les provenances de Aïn Dheb sous $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ où un maximum de teneur en sucres est signalé à la deuxième semaine ($0.773 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF) sous traitement à 600 meq, après les teneurs en sucres baissent jusqu'à $0.136 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF à la quatrième semaine. Chez les provenances d'Oran la teneur en sucres sous stress à 600 meq $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ est moins importante ($0.233 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF). L'apport de l'eau de mer induit des variations des teneurs en ces composés plus importantes chez les provenances d'Oran ($0.273 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF) que celles de Aïn Dheb ($0.144 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF).

Mots clés : irrigation, eau de mer, *Atriplex*, paramètres physiologique et biochimique

Références

- Benchabane A., 2000. *Atriplex halimus* L.: source de bois de feu et de fourrage en milieu aride (cas de la région de Marrakech, Maroc). In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.). *Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones*, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia, ICARDA, Aleppo (Syria), 2, 610-616.
- Correal, E., 1991. Grazing use of fodder shrub plantations. In : Native and exotic fodder shrubs in arid and semi-arid zones. *EEC Workshop*, Ed., Thessaloniki, 19.
- Feizi M., Hajabbasiand M.A., Mostafazadeh-Fard B., 2010. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. *Australian Journal of Crop Science*, 4(6), 408-414.
- Gihad, E.A., El Shaer, H.M., 1992. Utilization of halophytes by livestock on rangelands. In: Squires, V.R., Ayoub, A.T. (Eds.), *Halophytes as a Source for Livestock and for Rehabilitation of Degraded Lands*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 77-96.
- Harrouni C., 1998. Response of some halophytes to saline irrigation. Sustainable halophyte utilization in the Mediterranean and subtropical dry regions. *Activity reports EU Concerted Action IC18CT 960055*, 63p.
- Le Houérou, H.N., 1992. The role of saltbusches (*Atriplex* sp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems*, 18, 107-148.
- Le Houérou, H.N., 2000. Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of West Asia and North Africa. *Arid Soil Res. Rehab.*, 14, 101-135.
- Martínez, J.P., Ledent, J.F., Bajji, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2003. Effect of water stress on growth, Na^+ and K^+ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L.. *Plant Growth Regulation*, 41, 63-73.
- Quian Y.L., Wilhelmm S.J., Marcum K.B., 2001. Comparative Responses of Two Kentucky Bluegrass Cultivars to Salinity Stress. *Crop Science*, 41, 189-90.
- Rontein D., Bass G., Hanson A.D., 2002. Metabolic engineering of osmoprotectants accumulation in plants. *Metab. Engineer*, 4, 357-384.
- Zhao, G.M., Z.P. Liu, W.F. Kou, Guo S.W., 2008. Soil properties and yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) with seawater irrigation in North China Plain. *Pedosphere*, 18 (2), 195-202.

Résultats préliminaires sur la qualité physico-chimique et biologique de la digue Sidi

Abderrahmane, Safi, Maroc

Wafae Belkoda ^{1,*}, Khalid Elkalay ², Mohamed Loudiki ³, Karima Khalil ²

¹ Faculté Polydisciplinaire, Département des Sciences Naturelles et de Géographie, Université Cadi Ayyad, Route Sidi Bouzid, BP 4162, Safi, Maroc

² Ecole supérieure de Technologie Essaouira, Université Cadi Ayyad Essaouira Al Jadida, Route d'Agadir, BP 383, Essaouira, Maroc

³ Faculté des sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

* E-mail: wafaebelokda@hotmail.fr

La compétition pour l'eau s'accroît avec le développement industriel et démographique, ce qui induit une pression excessive sur l'environnement.

Or, les ressources vivantes et leur diversité sont menacées par la rareté de l'eau et les pressions anthropiques en termes d'exploitation. C'est dans ce sens que nous avons pensé à évaluer l'état trophique de la retenue Sidi Abderrahmane de Safi (Maroc) comme première étude scientifique sur le site, et cela via un suivi écologique, menées entre Mai 2011 et Janvier 2012.

Pour cela, la digue Sidi Abderrahmane a été représentée par trois stations de prélèvement. Adoptant un échantillonnage bimensuel, et sur la S1, les paramètres ont été suivis en surface qu'au profil jusqu'au fond. certains paramètres ont été mesurés in-situ tel que la température de l'eau (C°), la conductivité ($\mu\text{S/cm}$), le pH, l'oxygène dissous (mg/L) et la transparence (m). Des bouteilles de 1,5 L contenant de l'eau de la digue ont été transportées vers le laboratoire pour des éventuelles analyses physico-chimique et biologique selon les protocoles AFNOR.

Les résultats obtenus de la colonne d'eau représentent une variation spatio-temporelle au cours de la période d'étude. La variation de la température de l'eau suit un gradient croissant allant de S1 vers S3, dont son ordre est de $\pm 1,11314386$. La silice varie d'un gradient de l'ordre de $\pm 0,68325615$.

Au total, 26 genres d'algues planctoniques ont été identifiés témoignant d'une communauté bien diversifiée. Les Diatomées et les Dinoflagellés sont les mieux représentés, en particulier *Melosira* qui représente 50,66% du peuplement algale de la digue.

Mots clés : digue Sidi Abderrahmane, facteurs biotiques, facteurs abiotiques, fluctuations climatiques, phytoplancton, eutrophisation

Influence du travail du sol et de la gestion des résidus sur les propriétés d'un sol calcimagnésique en milieu semi-aride marocain

Mohammed Belmekki^{1,*}, Rachid Mrabet², Rachid Moussadek², Bouchaib Bencharki¹, Oumaima Ibenhalima³

¹ Faculté des Sciences et Techniques de Settat, Université Hassan 1^{er}, BP 577, route de Casablanca, Settat, Maroc

² Institut National de la Recherche Agronomique, BP 415, 10000, Avenue la victoire, Rabat, Maroc

³ Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat, BP 589, Settat, Maroc

* E-mail: mohammedbelmekki@gmail.com

L'agriculture marocaine est confrontée à des contraintes d'ordre naturel (érosion, insuffisance des précipitations et régime pluvial aléatoire) et d'ordre anthropique de plus en plus menaçantes (labour intensif, surpâturage et déboisement) (Mrabet, 2003).

La complexité de ces phénomènes et leurs impacts sur les ressources en sols et la productivité agricole exigent des efforts de recherche pour concilier les besoins du développement et les impératifs de protection de l'environnement (Moussadek et al., 2011).

Les travaux de recherche effectués en zones semi arides marocaines ont montré que le semis direct (forme exclusive de l'agriculture de conservation) constitue une approche écologique qui répond aux attentes des agriculteurs et en même temps améliore la qualité des ressources naturelles (Mrabet et al., 2008).

Le présent travail est une contribution à l'étude des effets des techniques du labour et de la gestion des résidus sur les caractéristiques du sol particulièrement l'humidité, la matière organique et la stabilité structurale.

Les résultats ont montré que ces indicateurs de la qualité du sol ont révélé des différences sur les trois modes de travail de sol : labour conventionnel (LC), semis direct sans résidus (SD0) et avec 50% des résidus de culture laissés en surface (SD50).

Les parcelles non labourées et couvertes de la moitié des résidus SD50 ont enregistré un taux élevé de l'humidité par rapport au SD0 et LC. Le semis direct a généré une meilleur teneur en MO marquée sur chacun des trois horizons étudiés (0-5, 5-10 et 10-15cm), et particulièrement avec le retour à la surface de 50% des résidus de culture SD50. Ceci a pour conséquence direct l'amélioration de l'état structural du sol qui se traduit par une résistance des agrégats de surface face aux différents tests de stabilité structurale, ce qui offre une possibilité de réduire l'érosion éolienne et hydrique. Alors que la manipulation du sol avec les outils du travail du sol est plus dégradante qu'une simple élimination du labour sans maintien des résidus SD0.

Mots clés : semis direct, qualité du sol, gestion des résidus, stabilité structural, matière organique

Références

- Mrabet, R., 2003. Lutte contre la sécheresse et la désertification en Afrique du Nord. *Rapport d'expertise pour la commission économique pour l'Afrique (ONU)*, 36 p.
- Mrabet, R., Essahat, A. et Moussadek. R., 2008. Influence des systèmes de travail du sol sur les propriétés des sols en zones semi-arides du Maroc. In *Roose et al. (Eds) Efficacité de la lutte anti-érosive GCES du congrès ISCO*, 274-289.
- Moussadek, R., Mrabet, R., Zante, P., Lamachere, JM., Pénin, Y., Le Bissonnais, Y., Liming, Y., Verdoot, An., Van Ranst, E., 2011. Effets du travail du sol et de la gestion des résidus sur les

propriétés du sol et sur l'érosion hydrique d'un Vertisol Méditerranéen. *Canadian Journal of Soil Science*, 91, 627-635.

Détermination de la qualité physico-chimique et biologique du bassin versant de l'Oued Larbaâ

Mohamed Ben Abbou ^{1,2,*}, Mounia El Haji ², Fatima Fadil¹

¹ Laboratoire de Molécules Bioactives : Structure et Fonction, Faculté des Sciences et Techniques, 30000 Fès, Maroc

² Laboratoire de Biotechnologie et valorisation des ressources naturelles, Faculté Polydisciplinaire de Taza, BP 1223, Taza Gare, Maroc

* E-mail : Benabbou.md@gmail.com

La disponibilité des eaux souterraines en qualité acceptable est devenue un défi difficile à relever dans de nombreuses régions du monde mais plus particulièrement dans la notre à cause de la sévérité du climat et de la pollution (domestique, industrielle, agricole), ce qui fragilise et rend ces eaux vulnérables aux différents facteurs de contamination.

L'objectif principal de ce travail est de déterminer l'état de la qualité et l'élaboration de la carte de synthèse des eaux souterraines et superficielles du bassin versant de l'Oued Larbaâ, en se basant essentiellement sur l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux souterraines.

Les analyses ont été effectuées sur 25 points de prélèvement durant un cycle hydrobiologique (Juin 2011 à Mai 2012) bien réparti au niveau du bassin versant de l'Oued Larbaâ selon des méthodes normalisées.

Les résultats ont montré qu'il y a une dégradation importante par la concentration en nitrate, chlorures et quelques métaux lourds par rapport aux normes de qualité en vigueur. Les résultats des analyses bactériologiques mettent en évidence l'existence d'une pollution organique, due à la présence de certains germes pathogènes.

Mots clés : qualité des eaux, bactériologie, pollution, physico-chimie, Oued Taza

Contexte hydroclimatologique du secteur Kénitra My Boussselham et son impact sur le tassement des sols

Mohamed Ben Haddou^{*}, Ali Essahlaoui, Abdelhadi El Ouali

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, 50000 Meknès, Maroc

^{*} E-mail: simobenhaddou@gmail.com

La zone d'étude est limitée au nord par les collines de Lalla Zohra, au sud par la plaine de Maamora, à l'est par les collines de Bou Draa et Bel Ksiri et à l'ouest l'Océan Atlantique, une vaste cuvette fermée dont le centre, occupé par l'Oued Sebou et Beht, se trouve à une altitude inférieure à 10 m alors que les bords ne dépassent pas une centaine de mètres. Vers la mer, la cuvette est également fermée par le Sahel dunaire large de 5 à 25 km dont la hauteur est de 30 à 50 m. Le modèle numérique de terrain (MNT) présenté (Fig.1) montre bien la dominance des terrains de basse altitude. Du point de vue géomorphologique, la zone d'étude traverse plusieurs ensembles géomorphologiques. Il s'agit des formations sableuses de la Maamora dans le contournement de Kenitra, de la plaine du Gharb avec les dépôts alluviaux de l'Oued Sebou, du cordon de dunes littorales au-delà de la plaine du Sebou.

Pour voir l'effet de l'hydrologie sur le phénomène des tassements de terrain dans le secteur d'étude, nous avons établi un bilan hydrologique sur le bassin hydrologique de la zone étudiée, pour la période 1980 à 2009. L'objectif est d'étudier la répartition spatio-temporelle des paramètres climatiques et leurs influences sur les ressources en eau. Cette étude porte sur les données enregistrées au sein des stations qui de Kénitra, Lalla Mimouna et Larache (Fig.2). Ces dernières ont été choisies au sein de bassin d'étude ou à sa bordure immédiate, ce qui permet de préciser les conditions climatiques aux limites.

Dans la zone d'étude, le régime pluviométrique est plutôt faible et marqué par une forte irrégularité saisonnière. Les mois d'été sont peu arrosés, le printemps, l'automne et l'hiver sont les saisons les plus pluvieuses. Les diagrammes ombro-thermiques établis montrent que les précipitations sont généralement réparties de novembre à avril. L'étude de l'historique des précipitations montre une diminution assez importante de la quantité de pluie.

Les sols rencontrés dans le secteur d'étude sont principalement argilo-sableux ou sablo-marneux. Sols très sensibles à l'érosion et souvent peu perméables, d'autant plus en cas de précipitations intenses. La nature des sols conditionne également la couverture végétale. On note, qu'excepté dans les espaces agricoles ou dans la zone dunaire, la végétation est principalement composée de surfaces enherbées.

D'une manière générale, la baisse généralisée de la pluviométrie combinée au défrichage entraîne la modification du milieu conduisant à la disparition du couvert végétal. La zone se retrouve dénudée et exposée à l'agressivité climatique notamment la pluie qui entraîne le tassement du sol. Ce tassement diminue l'infiltration et la réserve en eau du sol et augmente le ruissellement.

Mots clés : bassin du Gharb, hydrologie, MNT, sols, tassement

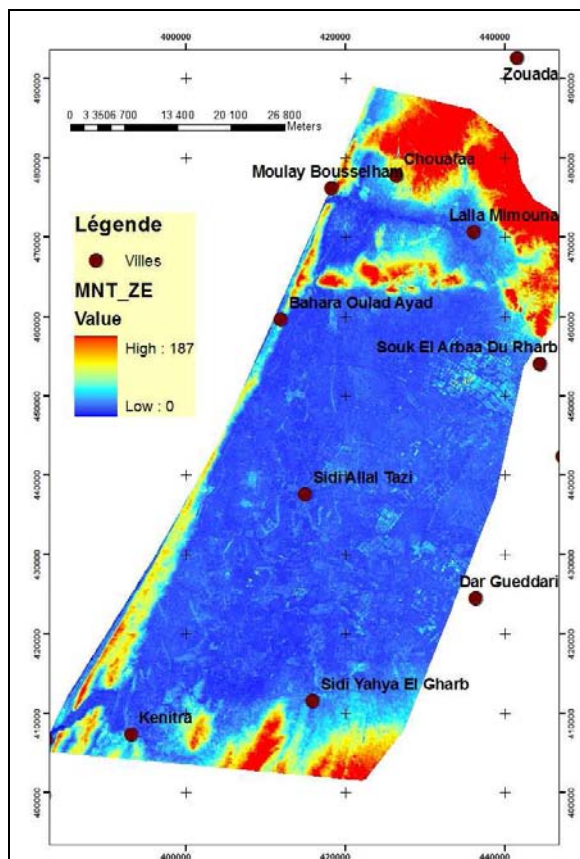


Fig.1. Modèle numérique de Terrain

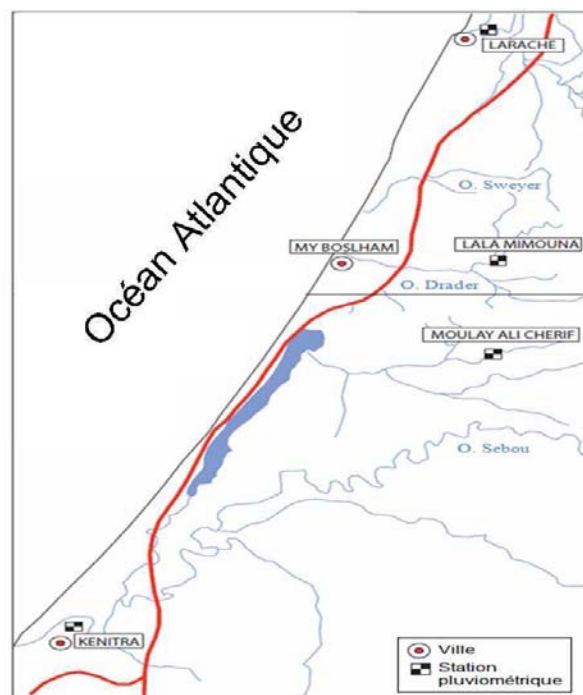


Fig.2. stations climatiques utilisées

Elimination des ions fluorures en utilisant l'os de seiche

Anis Ben Nasr^{1,*}, Khaled Walha², Catherine Charcosset¹, Raja Ben Amar²

¹ Université Claude Bernard, Bat. 111G, LAGEP, ESCPE, Villeurbanne - Lyon 1, France

² Université de Sfax, Tunisie

* E-mail: anisbennasr@ymail.com

La défluoration des eaux souterraines est une préoccupation majeure dans plusieurs endroits à travers le monde. Un excès d'ions fluorure dans l'eau potable a des effets néfastes sur la santé humaine. En effet, une concentration en F^- supérieure à $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ favorise la fluorose dentaire. Une concentration supérieure à 5 mg.L^{-1} peut provoquer la fluorose osseuse caractérisée par une hypercalcification des os. Dans cette étude, nous avons procédé à la défluoration de solutions modèles de NaF d'une part et d'une eau souterraine tunisienne prélevée dans la région de Gafsa d'autre part. Les essais d'adsorption ont été réalisés en utilisant de l'os de seiche ajouté à l'eau à traiter.

À une concentration de 5 mg.L^{-1} de F^- , le taux d'élimination des ions fluorures est de l'ordre de 79%. L'influence d'autres paramètres (temps de contact, concentration en acide, quantité de calcite) a été évaluée. La défluoration de l'eau souterraine tunisienne ($[F^-]$ initiale = $3,39 \text{ mg.L}^{-1}$) montre que l'eau finale (traitée avec l'os de seiche) présente une concentration en F^- de $1,09 \text{ mg.L}^{-1}$. Cette valeur est inférieure à la norme de potabilité fixée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) à $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ en fluorure.

La désorption des fluorures à partir de l'os de seiche a été réalisée avec une solution de NaOH. Cette solution a été utilisée plusieurs fois pour réaliser la régénération d'os de seiche. Le procédé utilisé pour la désorption consiste à introduire l'os de seiche dans une solution basique (10g d'os de seiche/1000ml de NaOH 3M) pendant une heure d'agitation avec une vitesse de 300 tours/mn. L'os de seiche est enfin enlevé et rincé avec l'eau distillée puis réutilisé pour une nouvelle adsorption.

Mots Clés: Eau saumâtre, défluoration, adsorption, désorption, os de seiche

Impact de la gestion non durable de l'eau et du sol sur la sécurité alimentaire en Algérie

Khéloufi Benabdeli ^{1,*}, Rabéa Boutamine ²

¹ Laboratoire Géo-Environnement et Développement des Espaces, Université de Mascara, BP365, 29000 Mascara, Algérie

² INRF, Station de recherche, 19000 Tamanrasset, Algérie

* E-mail: kbenabdeli@yahoo.fr

L'Algérie comme tous les pays du monde arabe de par sa localisation géographique et ses caractéristiques bioclimatiques et édaphiques subit négativement deux contraintes majeures agissant directement sur sa dépendance alimentaire :

(a) un climat caractérisé par une faiblesse des précipitations, une fluctuation importante caractérisée par une régression, une longue période de sécheresse et une forte amplitude thermique entravant les rendements;

(b) une mauvaise gestion de la ressource en eau superficielle et souterraine disponible très éloignée d'une exploitation durable ; soutenue par des techniques encore traditionnelles d'irrigation.

Dans le domaine de la population que peut nourrir le pays avec ses propres terres, l'Algérie est classée au septième palier sur une échelle qui en compte 10 ; ce qui permet de souligner que c'est un pays à risque alimentaire élevé. C'est le pays maghrébin le moins doté en terres cultivables puisque le ratio ha cultivable/sur population n'est que de 0,26 ha en 2010 (il était de 1,3 ha/habitant en 1900). En matière de terres irriguées où il est possible d'intensifier la production et augmenter les rendements, 1000 habitants ne disposent que de 12 ha. Les importations de céréales ont augmenté de 102%, celles des produits laitiers de 53%. L'Algérie se classe parmi les dix premiers pays les plus grands importateurs de céréales avec un volume de plus de 5,5 millions de tonnes annuellement et reste le premier importateur de denrées alimentaires africain. Ce qui se traduit par l'équation suivante : 2 calories sur 3 consommées sont importées.

Pourquoi cette situation ?

(i) C'est une carence manifeste de gestion durable de la ressource en eau et du sol accentuée par des précipitations fluctuantes et en régression constante qui constituent les causes majeures à l'origine de la faiblesse des rendements des spéculations stratégiques en Algérie. Cette situation se traduit par une dépendance alimentaire inquiétante, en 2011 l'Algérie a importé pour 9,75 milliards de dollars de produits alimentaires.

(ii) La mauvaise utilisation des terres induit une exploitation non durable et peu productrice puisque sur les 8,5 millions d'ha de terres agricoles, les cultures annuelles occupent plus de 6 millions d'ha avec un rendement moyen de 11 qx/ha. L'arboriculture et les cultures maraîchères irriguées occupent respectivement 300 000 et 200 000 ha avec des rendements de 15 et 75 qx/ha.

(iii) Les superficies irriguées sont estimées à 500 000 ha, l'objectif à atteindre à court terme étant de 770 000 ha, et si l'on suppose qu'en moyenne, il faut 8000 m³/ha, il faudrait mobiliser 6,2 milliards de m³. Il faudrait mobiliser en 2020, plus de 11 milliards de m³ d'eau, alors que nos capacités théoriques sont de 6 milliards. Un réel défi qui ne peut être relevé que si une gestion durable du sol et de l'eau est

instaurée. Les potentialités en ressources en eau sont actuellement évaluées à 16,3 milliards de m³ dont 9,8 d'eau superficielle, 1,5 d'eau souterraine dans la région nord et 5 d'eau souterraine dans la région du Sahara septentrional. Les possibilités d'irrigation sont évaluées à plus de 2 millions d'ha mais seulement 450 000 ha sont irrigués annuellement, soit à peine 6% de la SAU avec une consommation excessive d'eau, plus de 8000 m³/ha.

Comment?

(i) Actuellement l'irrigation par aspersion et localisée ne représente que 35% alors que l'irrigation gravitaire très consommatrice d'eau atteint 65%, c'est dans ce volet qu'il est possible d'utiliser durablement l'eau et améliorer les rendements. Une nouvelle option en matière d'occupation des terres et de gestion durable des ressources en eau. Les pertes par infiltration sont estimées entre 25 et 30% sur plus de 300 000 ha soit une perte de l'ordre de 1 milliard de m³. Les cultures annuelles et la pratique de la jachère, peu rentables doivent être réduites en favorisant l'arboriculture rustique et les céréales avec une irrigation d'appoint au tallage. Seuls 2 millions d'ha au lieu des 3,5 actuellement peuvent atteindre des rendements de l'ordre de 30 qx/ha et produiront 60 millions de qx au lieu des 20 actuellement.

(ii) L'arboriculture et les cultures maraîchères verront leur superficie doublée en améliorant les techniques d'irrigation permettant d'économiser 3500 m³/ha au lieu des 8000 actuellement. L'irrigation par ruissellement et par carré en immersion seront proscrites en favorisant le tube poreux et l'irrigation localisée.

(iii) De nouvelles disponibilités en eau peuvent être capitalisées en pratiquant le "dry farming" vert à travers des jachères cultivées irriguées sur 1 million d'ha à raison seulement de 500 m³/ha permettant une biomasse de l'ordre de 15 tonnes/ha ce qui induira une augmentation de la production de protéines animales et un apport appréciable de matière organique et d'azote à nos sols épuisés.

(iv) Seules deux politiques stratégiques de l'eau et de l'occupation des sols, maillons forts de la production agricole, peuvent sauver l'Algérie de la forte dépendance alimentaire dans laquelle elle patauge depuis l'indépendance.

Mots clés: ressources hydriques, gestion durable, dépendance alimentaire, Algérie

Références

- Benabdeli, K. 2003. Quelle stratégie de mobilisation des eaux de surface pour répondre aux besoins alimentaires ? *Colloque maghrébin eau et développement*, Université de Sidi Bel Abbès, 5-6 juin 2003. *Proceedings du colloque*, 11-21.
- Benabdeli, K., 2009. Contraintes entravant la production agricole en Algérie. *Séminaire national*, INRA Sidi Bel Abbes, *Proceedings*, 53-64.
- CNES, 2000-2010. Rapports sur l'analyse de la situation de l'agriculture et des ressources en eau. *Rapport annuel 2011*, 96p.
- Kara, M., 2006. Algérie: les ressources en eau atteindront leur limite en 2020-2025, *A.F.P.*, 19 décembre, 2006, 11p.
- O.N.M., 2007. Les changements climatiques. Ce qui se passe et ce à quoi nous pouvons nous attendre. *Rapport technique*, Dar El Beida, Alger, Polycopié, 13p.
- O.N.S., 1990-2010. Statistiques de la production agricole en Algérie, vol.II, 19p.

Approche régionale pour l'estimation des précipitations extrêmes journalières d'une région semi-aride du nord-est algérien

Tamara Benabdesselam^{1,*}, Hocine Amarchi¹, Messaouda Beb²

¹ Département d'Hydraulique, Université Badji Mokhtar, BP12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

² Université du 8 mai 1945, 24000 Guelma, Algérie

* E-mail: konratievat@yahoo.fr

L'estimation des précipitations associées aux événements extrêmes est un sujet qui suscite de plus en plus d'intérêt dans tous les domaines liés à l'eau. L'information sur les grandeurs des précipitations et leur fréquence est nécessaire dans les projets d'estimation, de mobilisation et de transfert des ressources en eau superficielles. L'objectif de cette étude est l'estimation des quantiles de différentes périodes de retour des précipitations maximales journalières et annuelles dans des sites dépourvus de données pluviométriques de la région située au Nord Est de l'Algérie en utilisant la méthode d'analyse fréquentielle régionale basée sur les moments linéaires (*L-moments*). La région d'étude couvre les bassins versants de deux grands Oueds, Seybouse et Medjerda (Fig.1). Les séries des précipitations journalières maximales annuelles de 50 stations de mesures ont été retenues pour cette étude avec une période d'observation de 1970 à 2007.

La première étape de l'approche régionale a été le groupement des stations et la validation de leur homogénéité statistique. En utilisant la technique de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des caractéristiques des stations (longitude (X), latitude (Y), altitude (Z) et moyenne des cumuls annuels (PMA)) couramment utilisée dans la pratique (Smithers et Schultze, 2001; Kjelden et al., 2002), les stations de la zone d'étude ont été réparties en trois groupes (trois régions). On observe une homogénéité spatiale dans le groupement des stations. Les stations de la région 1 sont situées dans la partie nord de la zone d'étude caractérisée par un climat méditerranéen et celles de la région 2 et 3 sont localisées dans sa partie sud soumise à un climat semi-aride (Fig.1). Le test d'homogénéité de Hosking et Wallis (1993) a été appliqué pour évaluer l'homogénéité de chaque région définie (groupe de stations) en termes de rapports des L-moments : L-Cv, L-Cs et L-Ck (respectivement L-coefficient de variation, d'asymétrie et d'aplatissement). Ce test permet d'évaluer la variabilité inter-sites des rapports des L-moments et nécessite l'application d'une procédure de simulation de chaque région. Le test de simulation de Monte Carlo a été effectué. Les 500 régions de données ont été générées à partir de la distribution d'origine Kappa et il a été défini que les trois régions sont statistiquement homogènes en termes de L-moments.

Les trois régions étant homogènes, l'étape suivante a été l'identification de la distribution régionale. Dans cette étude, les distributions GEV (*Generalised Extreme Value*), LN3 (*Lognormale*), P3 (Pearson, type 3) et GLO (*Generalized Logistic*) les plus souvent utilisées dans la régionalisation des précipitations (Sveinsson et al., 2002; Overeem et al., 2007; Kysely et Picek, 2007) ont été testées. La pertinence de l'ajustement de chacune de ces distributions à trois paramètres a été évaluée en termes de différence entre le L-aplatissement théorique de la distribution ajustée et le L-aplatissement régional. La signification de cette différence est estimée par la statistique Z (Hosking et Wallis, 1993)

qui est basée sur la normalité asymptotique et l'ajustement est satisfait au niveau de 90% si $|z| < 1.64$. Selon les valeurs de cette dernière obtenues par la réalisation de 500 simulations en utilisant la distribution Kappa, la distribution GEV a été identifiée comme distribution régionale la plus adéquate pour la région homogène 1 et la distribution LN3 pour les deux autres régions.

Pour estimer les paramètres régionaux des ces distributions les trois premiers L-moments régionaux sont utilisés en appliquant la moyenne des précipitations comme facteur d'échelle. Les courbes des quantiles réduits des distributions régionales (courbes de croissance) ont été établies pour chaque région homogène. La différence des formes de courbes de croissance reflète la différence des régimes de précipitations des trois régions. Ainsi, pour estimer les précipitations de différentes périodes de retour en un site donné d'une région homogène, il faut multiplier les valeurs du quantile réduit correspondant aux mêmes périodes de retour par la moyenne des précipitations journalières maximales. Pour estimer les quantiles de différentes périodes de retour dans les sites dépourvus de données pluviométriques de la région d'étude, la carte des isocourbes des moyennes des précipitations journalières maximales a été réalisée en utilisant la méthode de krigeage.

Pour tester l'efficacité du modèle régional, les valeurs des quantiles estimés à partir de l'analyse régionale et locale basée sur l'ajustement de la loi Gumbel la plus utilisée en Algérie pour l'estimation des précipitations extrêmes sont comparées. Les valeurs de la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (REQM) sont inférieures à 6% pour une période de retour de 10 ans et à 12% pour celle de 100 ans. La comparaison des quantiles estimés à partir de l'approche régionale et locale a montré que dans la majorité des stations le modèle régional surestime, dans des proportions raisonnables, les quantiles de différentes périodes de retour. Les résultats obtenus permettent de conclure que l'analyse fréquentielle régionale utilisée pour l'estimation des précipitations journalières extrêmes est assez robuste.

Mos clés : régionalisation des précipitations extrêmes, L-moments, simulation

Références

- Hosking J.R.M., Wallis J.R., 1993. Some statistics useful in regional frequency analysis. *Water Resour. Res.*, 29(2), 271-281.
- Kysely J., Picek J., 2007. Regional growth curves and improved design value estimates of extreme precipitation events in the Czech Republic. *Climate Research*, 33, 243-255.
- Kjeldsen T.R., Smithes J.C., Schultze R.E., 2002. Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal province, South Africa, using the index-flood method. *J Hydrol*, 255, 194-211.
- Overeem A., Buishand A., Holleman I., 2007. Rainfall depth-duration-frequency curves and their uncertainties. *J. Hydrol.*, 348: 124-134.
- Sveinsson O.G.B., Salas J., Duane G.B., 2002. Regional frequency analysis of extreme precipitation in northern Colorado and the Fort Collins flood of 1997. *J. Hydrol. Eng. ASCE*, 7(1), 49-63.
- Smithers J, Shultze RE., 2001. A methodology for the estimation of short duration design storms in South Africa using a regional approach based on L-moments. *J. Hydrol.*, 241, 42-52.

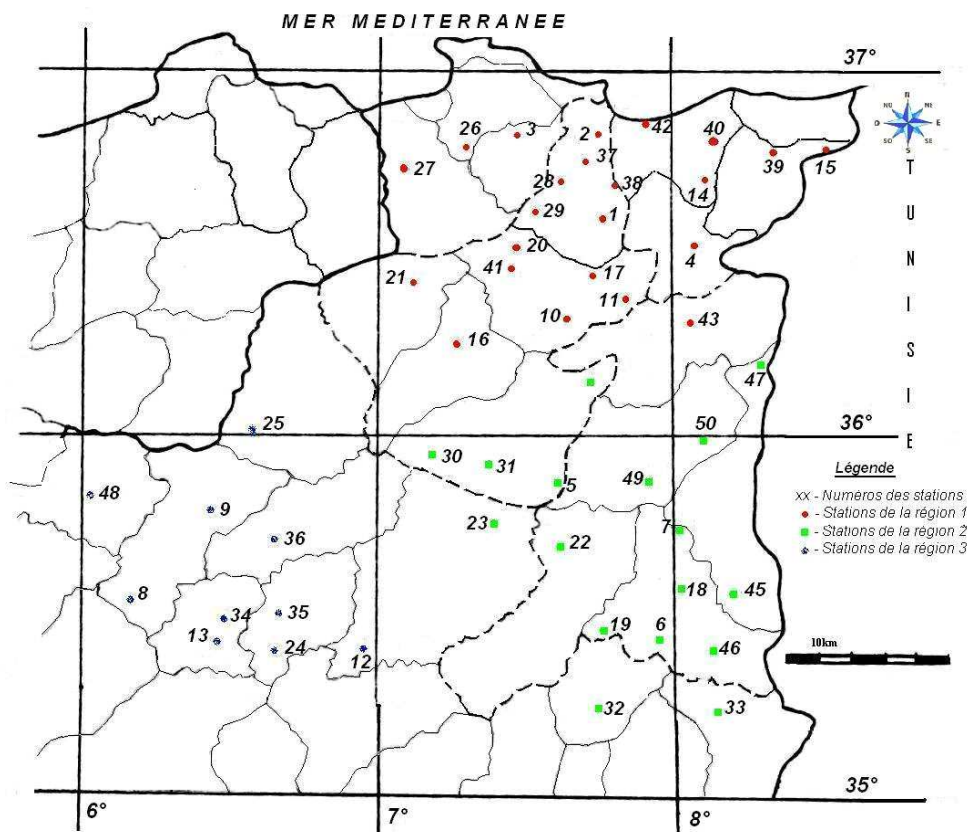


Fig.1. Région d'étude et localisation des stations

Gestion intégrée des eaux dans le bassin transfrontalier la Tafna, nord-ouest algérien : état des lieux et perspectives

Boucheta Benaini *

Faculté des Sciences de la Terre, Département de Géographie, Université d'Oran Sénia, Campus Bel Gaid, BP
1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

* E-mail : bbenaini@yahoo.fr

La gestion intégrée, l'aménagement et le développement des eaux ainsi que leur protection passeront nécessairement par une approche qui consistera à aborder les problèmes de l'eau sous ses différents aspects à travers une conception appropriée (unité géographique) et selon une vision intégrée, équilibrée et régionale basée sur des principes universellement appliqués.

Dans ce cadre, le bassin hydrographique de la Tafna, sera pris comme projet pilote à étudier de par son potentiel en eau. C'est un véritable espace hydraulique dont 1905 km² se trouve au Maroc, support de divers paysages et agglomérations de petites et moyennes tailles et siège de diverses activités anthropiques. Ces activités consomment un volume d'eau important et sans cesse croissant mais génèrent de part et d'autre de la frontière une pollution domestique, industrielle et agricole, déversée dans le milieu récepteur, affectant grandement ses réserves en eau disponibles, perturbant le cycle naturel de l'eau en entraînant des conséquences néfastes sur les milieux naturels et socio-économiques et le déséquilibre de l'écosystème dans sa globalité.

Dans les prochaines décennies, l'incertitude des fluctuations climatiques, la croissance démographique, l'évolution socio-économiques et les risques de pollutions qui en découlent constitueront un vrai danger sur l'environnement et exacerberont les problèmes de disponibilité de la ressource en eau, en quantité et qualité. Cela pose donc, dans l'optique de développement durable, le préalable de leur bonne préservation qualitative et quantitative .

Cette étude sera donc basée sur des techniques infographiques qui nous permettront de suivre l'évolution spatio-temporelle des ressources du point de vue quantitative et qualitative. La finalité de ce modeste travail se matérialise par l'établissement de documents cartographiques de synthèse qui serviront comme outil de gestion facilement utilisable par les gestionnaires, décideurs et utilisateurs de l'amont comme de l'aval.

Mots clés : gestion intégrée, écosystème, transfrontalier, pollution, préservation, assainissement, STEP, utilisateurs

Quantification de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Beht amont, région de Tigrigra, Azrou

Samira Benamar^{1,2,*}, Ali Essahlaoui¹, Abdellah El Hmaidi¹, Abdelhadi El Ouali¹

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Meknès, Maroc

² Centre national de la recherche forestière, Rabat, Maroc

* E-mail: sasmorita@gmail.com

Parmi les objectifs de la charte nationale de l'environnement et du développement durable est de sauvegarder toutes les composantes de l'environnement naturel et culturel, en empêchant toutes les formes de dégradation. Ainsi parmi les préoccupations majeures de notre pays c'est la bonne gestion, la mise à niveau des espaces naturelles et la lutte contre la dégradation des sols, l'érosion et la désertification.

L'érosion hydrique est une source de la dégradation des sols dans les régions semi-arides et surtout en zone méditerranéenne, et constitue une première manifestation du phénomène de la désertification. Les études récentes sur la vulnérabilité aux changements climatiques dans la région méditerranéenne (Aït Fora, 1995 ; Aït Brahim, 2003) indiquent une tendance à un accroissement de l'aridité qui accélère la dégradation des sols (Maroc : 40% des terres perdues).

L'exécution des mesures efficaces de conservation de sol doit d'abord être précédée par une évaluation dans l'espace du risque d'érosion.

La méthodologie adoptée dans le cadre de cette étude (Fig.1) est l'application du Modèle Universelle de Perte en Sol (USLE et RUSLE) au niveau du bassin versant de Tigrigra moyennant un Système d'Information Géographique.

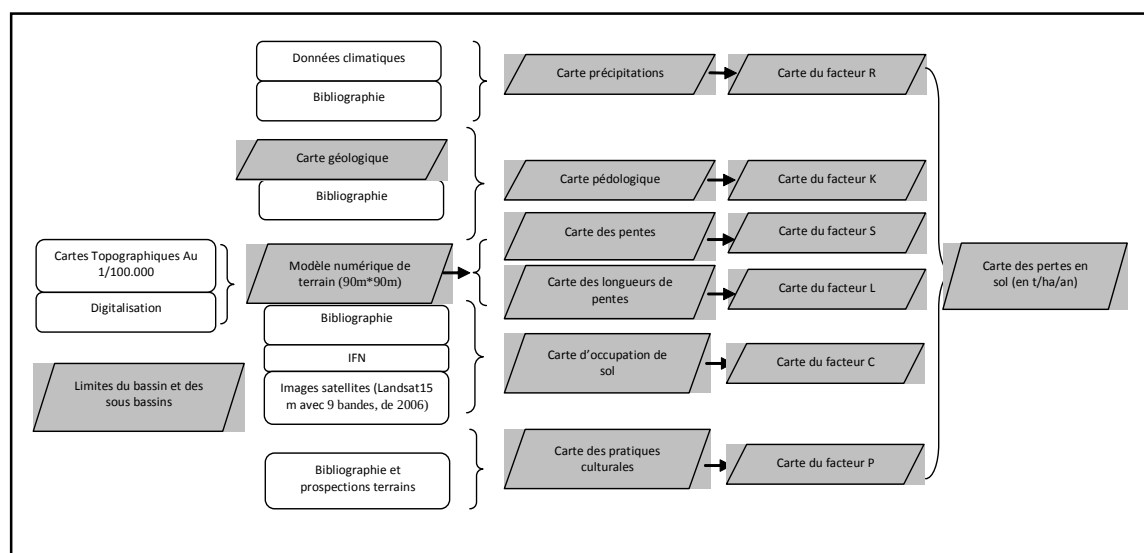


Fig.1. Méthodologie adoptée pour l'évaluation de la perte en sol

Ainsi, une quantification de l'érosion a été approchée par la combinaison des facteurs relatifs au climat, la pédologie, la topographie, et le couvert végétal. Le bassin versant de Tigrigra, d'une superficie de 95044 ha, de forme allongée Nord-ouest Sud-est, situé entre le Plateau Central et le

Moyen Atlas, est caractérisée par un climat humide froid à semi-aride tempéré. L'altitude varie de 815 m à 2173 m et la pente de 0 à 91,4% avec une moyenne de 12%. Les terrains de parcours et l'agriculture constituent l'utilisation de sol dominante dans le bassin. La lithologie de la zone est très variable et contrastée. Ces caractéristiques du milieu ont été traduites par les facteurs de l'érosivité pluviale, l'érodibilité de sol, le couvert végétal, la longueur de pente et les pratiques antiérosifs entrant dans l'équation de Wischmeier.

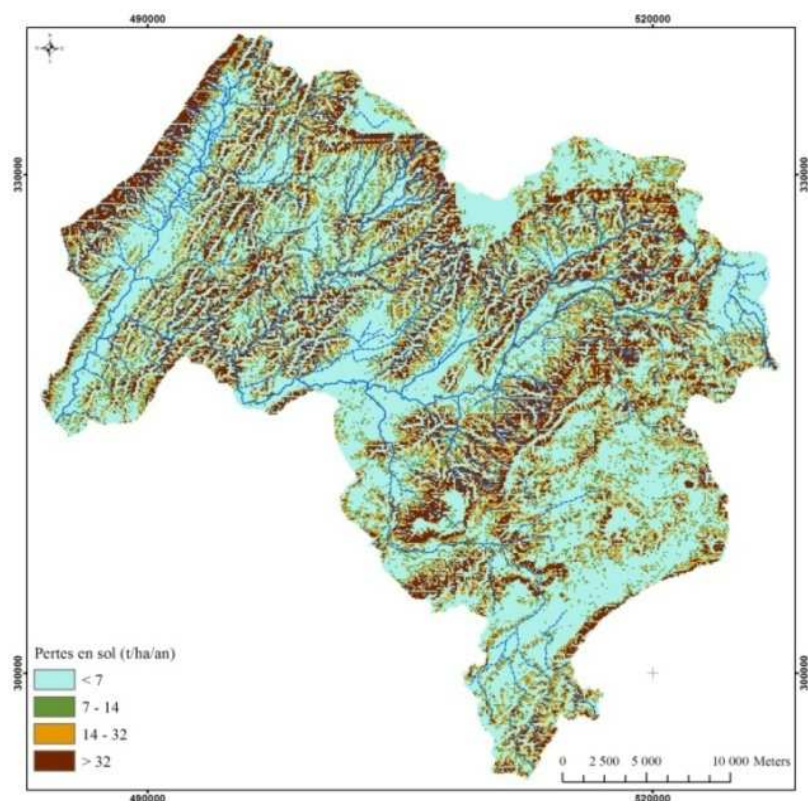


Fig.2. Carte des pertes en sol

L'estimation de chacun de ces facteurs a permis de déduire que l'érosion est omniprésente et visible dans 48,5% de la superficie totale, avec un taux supérieur au seuil de tolérance qui est de 7 t/ha/an. Le taux des pertes en sol moyen est de 21,3 t/ha/an, valeur renseignant sur l'importance du phénomène de l'érosion, plus particulièrement sur les versants à pente forte drainés par un réseau hydrographique dense (Fig.2). Une érosion réduite s'observe sur les replats et dans les vallées alluviales.

Mots clés : Tigrigra, quantification, érosion hydrique, SIG, télédétection, équation universelle de pertes en sol.

Références

- Aït Brahim, L., Sossey Alaoui, F., Siteri, H., Tahri M., 2003. Quantification des pertes en sols dans le bassin-versant Nakhla (Rif septentrional). *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 14(2), 101-6, Note de recherche.
- Aït Fora, A., 1995. Modélisation spatiale de l'érosion hydrique dans un bassin versant du Rif marocain : Validation de l'approche géomatique par la sédimentologie, les traceurs radioactifs et la susceptibilité magnétique des sédiments. *Thèse de doctorat en télédétection*, Université de Sherbrooke, Quebec, Canada, 231 p.

Benslimane, A., 2005. étude hydrogéologique du bassin de Tigrigra ; apport de la géoélectrique à la reconnaissance des potentialités hydriques dans les formations basaltiques subaffleurantes. *Thèse de doctorat*, Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences Meknès, 202p.

Les ressources en eau et les enjeux environnementaux dans la région steppique de

Nâama, Algérie

Abdelkrim Benaradj^{*}, Hafidha Boucherit, Khalladi Mederbal, Okkacha Hasnaoui, Farid

Aibout, Djillali Baghdadi

Centre Universitaire de Nâama, BP 100 RP, 08000 Béchar, Algérie

^{*} E-mail : kbenaradj@yahoo.fr

La wilaya de Nâama sur une superficie de 3 millions ha située sur la partie sud-ouest des hauts plateaux est occupée par une population localisée le long de l'axe routier Oran-Béchar sur un espace de plus de un million ha soit 37 % de la superficie totale, ce qui traduit une mauvaise occupation de l'espace. Elle forme un vaste pays dont la pluviométrie, réduite à une moyenne annuelle de 200 à 300 mm, alimente des bassins fermés à faibles pentes. Des orages violents caractérisent les précipitations se répartissant sur neuf mois de l'année, mais principalement en mai et juin.

De par leur importance sur les plans économique, social et environnemental, les ressources en eau constituent l'élément fondamental du développement durable. La croissance rapide de la population et de l'urbanisation, qui se traduit par la croissance des besoins en AEP et en produits agricoles, le développement des activités industrielles, etc. Ce qui impose des défis de grande ampleur et requièrent des solidarités allant parfois au-delà des limites des wilayas, voire des régions, tout comme la satisfaction de ces besoins impose le recours à de nouvelles techniques et modes de mobilisation et d'exploitation des ressources en eau. Les ressources en eau souterraine de la wilaya de Nâama proviennent de plusieurs systèmes aquifères des deux chotts Chergui et Gharbi ainsi qu'aux aquifères des deux synclinaux de Naâma et Ain Sefra dont la formation est favorisée par le contexte géologique. Les ressources en eaux de la wilaya sont soumises à trois principales contraintes et menaces, qui agissent sur le potentiel et la qualité des eaux : la surexploitation, la salinité et les risques de pollution des eaux de surface et souterraines. Ce processus est engendré par le rejet, dans les oueds, des eaux usées urbaines (ménagères ou industrielles) sans traitement au préalable.

Les ressources en eaux de la wilaya sont appréciables, mais demandent à être évaluées de façon précise et dans un contexte de gestion intégrée pour assurer leur utilisation de manière rationnelle et durable et de mise en œuvre des mesures visant à diminuer au maximum les pertes sur les réseaux. L'eau, qui est une ressource à la fois limitée et vitale, est de plus en plus sollicitée et soulève des problèmes de partage entre les différents usagers économiques et sociaux.

En effet, le souci de sauvegarder et d'exploiter rationnellement les ressources en eau implique d'acquérir les données de base nécessaires à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes et à l'évaluation de leurs potentialités.

Mots clés : Nâama, ressources en eau, gestion, enjeux environnementaux

Effet de la mise en défens sur diversité floristique de la steppe ligneuse à *Hammada scoparia* dans les parcours steppiques de Nâama, Algérie

Abdelkrim Benaradj^{*}, Hafidha Boucherit, Khalladi Mederbal, Khéloufi Benabdeli, Okkacha Hasnaoui, Farid Aibout, Djillali Baghdadadi

Centre Universitaire de Nâama, BP 100 RP, 08000 Béchar, Algérie

^{*} E-mail : kbenaradj@yahoo.fr

La steppe sud-oranaise de Nâama (Algérie) constitue un paysage ouvert à la pâture dont la vocation est principalement pastorale. L'étendue des parcours steppiques de Nâama est évaluée à 2.182.311 ha, soit 73,94% de la superficie totale de la wilaya. Elle constitue aussi un exemple représentatif des zones arides menacées par le fléau de désertification, une forte pression anthropique et des contraintes climatiques.

L'analyse des données écologiques est certainement un préalable de premier ordre pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes et pour l'aménagement du milieu. Notre travail consiste à proposer une analyse phyto-écologique fine en se basant sur la dynamique de végétation et les inventaires floristiques.

L'aménagement pastoral consiste à procéder à un ensemble d'analyses indispensables pour connaître la richesse et les potentialités des milieux naturels et de préciser les besoins socio-économiques présents et futurs. L'aménagement de ces formations, en assurant une gestion durable des ressources floristiques pastorales, participe donc à l'objectif de conservation. Parmi ces techniques d'aménagements pastoraux, c'est la technique d'amélioration pastorale de "mise en défens" qui prévaut. L'objectif de cette technique est de favoriser la régénération naturelle, la plus indiquée pour induire la remontée biologique naturelle des parcours steppiques.

Au terme de cette évaluation, la réhabilitation par la technique de la "mise en défens" de la steppe à *Hammada scoparia* a un impact positif en matière de remontée biologique par une augmentation quantitative et qualitative du taux de recouvrement de la végétation, de la richesse floristique et de la phytomasse.

La diversité floristique de la steppe à *Hammada scoparia* est très particulière du fait de sa caractérisation biologique, systématique et phytogéographique. Cet examen fait ressortir l'importance des espèces sahariennes endémiques grâce à une adaptation et une résistance plus favorables sous bioclimat aride.

Mots clés : Steppe, Nâama, *Hammada scoparia*, remontée biologique, mise en défens, désertification.

Evaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution à l'aide des systèmes d'information géographique

**Mohamed Ben-Daoud ^{1,*}, O. Mouhaddach ¹, Ali Essahlaoui ¹, Marnik Vanclooster ²,
Marie-Paule Kestemont ², Samir El Jaafari ¹**

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Université Catholique de Louvain, Place de l'Université 1, bte L0.01.09 B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

* E-mail : bendaoud.mohamed304@gmail.com

Vu le rôle stratégique des eaux souterraines du plateau de Meknès dans le développement socio-économique de la région nous avons procédé à l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution. Cette étude constitue un outil d'aide à la décision vers une gestion intégrée de la qualité des ressources en eau au niveau de la ville de Meknès. Les fonctionnalités offertes par les systèmes d'information géographique nous ont permis d'élaborer les cartes de vulnérabilité à la pollution en se basant sur les méthodes d'indexation et de pondération des facteurs du milieu (DRASTIC et GOD). L'analyse des résultats trouvés par l'utilisation des deux méthodes a révélé une distribution spatiale de trois classes de vulnérabilité, faible, moyenne et forte, avec 85% de ressemblance entre les deux méthodes pour la classe de vulnérabilité moyenne. Sur la carte de vulnérabilité DRASTIC les zones fortement vulnérables occupent 12%, ce pourcentage n'est pas négligeable vu la coïncidence de ces zones avec les terrains à vocation agricole. Ceci peut avoir des conséquences en terme de qualité des eaux des ouvrages de captage localisés près des zones à forte vulnérabilité. Par ailleurs les deux méthodes ont permis de faire une évaluation assez précise de la vulnérabilité des eaux souterraines. Cependant la méthode DRASTIC semble la meilleure pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraine à la pollution. Ces résultats préliminaires constituent une étape plus importante en vue d'une gestion de la qualité des ressources en eau dans la région de Meknès.

Mots clés : vulnérabilité à la pollution, gestion, DRASTIC, qualité, SIG, GOD

Etude parasitologique des eaux usées de Sidi Yahia du Gharb, Maroc

Fatima Benelharkati^{1,*}, Driss Belghyti¹, Khadija Elkharrim¹, Sanae Sadek¹, Mina Elmarkhi²

¹ Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Wilaya du Gharb-Chrarda-Beni Hssen, Municipalité de Kenitra, 14000 Kenitra, Maroc

* E-mail: fatima_benelharkati@hotmail.fr

Le Maroc est un pays confronté à des problèmes de stress hydrique qui exige la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation des cultures et différents usages par les populations riveraines.

Ces eaux usées contiennent des éléments fertilisants pour enrichir le sol en humus et elles sont disponibles gratuitement en quantité importante. Cependant l'usage à l'état brut des eaux usées représente un risque potentiel de pollution de l'environnement et des ressources en eau. Les eaux usées de la commune urbaine de Sidi Yahia du Gharb, sont drainées sans traitement préalable dans l'Oued Tiflet.

Notre étude a porté sur la caractérisation parasitologique des eaux usées brutes drainées par les trois principaux collecteurs de la ville. L'échantillonnage a été effectué deux fois par mois sur une période de trois mois (février, mars et avril), en utilisant la technique de Bailenger (1963) modifiée (OMS, 1996). Au niveau de l'amont les pourcentages d'échantillons positifs en œufs d'helminthes rencontrés dans les eaux usées sont de 10 à 30% pour les nématodes, 20% pour les cestodes (*Taenia Sp.*) et de 20% pour les larves de strongles. Au niveau du collecteur domestique les nématodes sont représentés principalement par les œufs d'*Ascaris Sp.* (20%), suivi de *Trichuris Sp.* (20%), tandis que les œufs d'*Ankylostoma Sp.* et d'*Enterobius vermicularis Sp.* n'en représentent que 10%. Les œufs de la classe des cestodes ont été isolés dans les eaux usées avec des pourcentages d'échantillons positifs de 20% pour les œufs de *Taenia Sp.* et de 10% pour les œufs de *Hymenolepis nana*. Pour les larves de strongles, 10% présenté dans les eaux usées, au niveau de l'aval, la classe des nématodes est de 60% avec 30% d'*Ascaris Sp.*, 10% d'*Ankylostoma Sp.* et 20% de *Trichuris Sp.* La classe des cestodes est représentée par 20% de *Taenia Sp.* Pour les larves de strongles, le pourcentage d'échantillons positifs est de 20%.

Dépassant les normes de l'OMS, ces parasites présentent un danger potentiel pour les usages directs et indirects des eaux usées de Sidi Yahia du Gharb.

Mots clés : eaux usées, parasites, Oued Tiflet, Sidi Yahia du Gharb

Références

- Bailenger J., 1963. Mécanismes et facteurs de concentration parasites dans les méthodes diphasiques en coprologie. *Ann. Biol. Clin.*, 21, 805-816.
- O.M.S., 1996. Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève, 31p.

Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et parasitologique des eaux usées de l'Oued Tiflet, Sidi Yahia du Gharb, Maroc

Fatima Benelharkati^{*}, Sanae Sadek, Khadija Elkharrim, Mina Elmarkhi, Driss Belghyti

Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133,
14000 Kenitra, Maroc

^{*} E-mail: fatima_benelharkati@hotmail.fr

L'utilisation directe de l'eau souterraine est de plus en plus difficile car le niveau des nappes s'abaissent régulièrement. Ce qui pousse les agriculteurs à utiliser les eaux usées brutes pour l'irrigation. Celles-ci, d'une qualité mauvaise constituent la contrainte majeure du développement et met en péril la santé de la population.

Ce travail de recherche a pour objectif principal de mettre en évidence la caractérisation physico-chimique et la détermination des espèces parasites présentes dans les eaux usées brutes auxquelles les populations humaines et animales peuvent être exposées lors de la réutilisation de ces eaux usées (en agriculture). Pour notre étude, nous avons choisi quatre sites de prélèvement des eaux usées (amont, aval, domestique et industriel) de Oued Tiflet afin d'obtenir une mesure représentative sur l'ensemble des eaux usées drainées par la population de Sidi Yahia du Gharb.

Les analyses physico-chimiques et parasitologiques ont révélé une pollution importante des eaux usées brutes. La grille de qualité des eaux utilisées pour l'irrigation permet de dire que les eaux usées de Sidi Yahia sont de mauvaise qualité.

La pollution de l'Oued Tiflet due aux rejets des eaux usées brutes constitue un facteur à retombée néfaste sur la qualité de l'environnement et sur l'état sanitaire de la population riveraine et aux usagers. Ces effets néfastes sont dus à une pollution physico-chimique véhiculée par ces eaux et aux agents pathogènes.

Mots clés : eaux usées, pollution physico-chimique, parasites, Sidi Yahia du Gharb

Conséquences géotechniques de la surexploitation des aquifères karstiques. Cas du plateau de Chéria, sud-est algérien

Hocine Benhamadi ^{1,*}, Chaffai Hicham ², Fathi Baali ¹

¹ Département de Géologie, Centre Universitaire de Tébessa, route de Constantine, 12002 Tébessa, Algérie

² Laboratoire Ressource et Développement Durable, Département de Géologie, Université de Annaba, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: Benkam61@yahoo.fr

Le système karstique du plateau de Chéria, situé au sud est algérien, grâce à sa structure de synclinal perché constitue pour la région de Tébessa une importante réserve d'eau. Les anciens débits fournis par certains forages et puits autour de la ville de Chéria ont longtemps laissé croire que les réserves étaient inépuisables. Cependant, la nappe, très importante, s'étendant au sud de Chéria est alimentée par les bordures calcaires et pour la plus grande partie par les alluvions quaternaires de la région amont.

Les caractéristiques des forages qui ont traversé ou touché les calcaires éocènes nous ont permis de localiser les zones fissurées qui se rencontrent en générale dans les 100 premiers mètres de l'Eocène et les zones karstifiées sont encore plus localisées dans les 50 premiers mètres.

Durant la décennie 1990-2000 l'effet de la sécheresse a provoqué une augmentation de la demande entraînant une croissance des débits soutirés de cet aquifère ce qui a engendré une baisse conséquente du niveau de la nappe. Ce qui a engendré dans le secteur de *Draa Douamis* un énorme affaissement qui par sa géométrie a pu nous offrir une très bonne image sur la structure du système aquifère et par la même occasion d'avancer des hypothèses sur le mécanisme de ce phénomène. Dans cette étude nous essaierons d'expliquer les conditions hydrogéologiques qui ont été derrière cet affaissement, le rôle du karst dans ce processus.

Mots clés : karst, sécheresse, affaissement, Chéria

Etude comparative entre l'irrigation localisée et l'irrigation souterraine dans les régions arides et semi-arides

Dalila Benlarbi^{*}, Sofiane Saggai

Laboratoire d'exploitation et de variation des ressources naturelles en zones arides, Université Kasdi Merbah,
BP511, 30000 Ouargla, Algérie

^{*} E-mail: oulhacihani@yahoo.com

Pour le développement des régions arides et semi-arides les potentialités hydriques constituent un élément essentiel. Au cours de cette dernière décennie, l'exploitation irraisonnée et la mauvaise gestion des ressources en eau mobilisées dans les régions sahariennes ont connu une certaine évolution. Cette communication vise la présentation d'une ancienne méthode d'irrigation souterraine (vases en poterie) combinée à l'irrigation localisée connue pour son économie en eau. Cette méthode permet une exploitation rigoureuse et une gestion rationnelle des eaux souterraines qui sont les seules sources d'eaux exploitées dans les régions arides et semi-arides où les précipitations sont très rares et sont pratiquement dépourvues d'écoulement de surface. L'application de cette méthode consiste à déverser l'eau directement dans la rhizosphère par l'intermédiaire de bouteilles perforées enfouies dans le sol à une certaine profondeur et remplies périodiquement d'eau pour que l'humidité qui s'en dégage nourrisse seulement les racines de la plante. A l'entrée de la bouteille on place un goutteur (perfuseur utilisé dans les hôpitaux) pour régulariser l'écoulement.

Nous avons irrigué par goutte à goutte et en utilisant la bouteille perforée avec un même débit de 0,15 L/mn, et un même temps d'arrosage. Nous avons constaté que l'humidité continue à augmenter pendant deux heures en utilisant la bouteille et seulement 30 minutes en utilisant le goutteur. Donc nous pouvons augmenter la fréquence de l'arrosage en utilisant les bouteilles perforées. Et en plus comme les bouteilles sont enfouies nous évitons les pertes d'eau par évaporation surtout en périodes sèches. D'autre part nous utilisons des produits locaux ce qui est économique et écologique (réutilisation des bouteilles utilisées). Grâce à cette méthode d'irrigation la culture sera donc possible même dans les déserts absolus.

Mots clés : ressources, eau, aride, hydrique, irrigation, bouteille, Algérie

Etude de l'impact de l'environnement sur la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la wilaya de Sidi Bel Abbès, ouest algérien

Khadidja Benouis ^{1,*}, Djamila Harrache ¹, Khéloufi Benabdeli ²

¹ Equipe de Chimie et Environnement, Laboratoire de la matière condensée et développement durable, Université Djillali Liabès, BP 89, cité Larbi Ben M'hidi, 22000 Sidi-Bel-Abbès, Algérie

² Laboratoire Conservation Eau-Sol-Forêt, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

* E-mail : benouiskhadidja@yahoo.fr

Dans cette étude, nous sommes amenés à apprécier l'impact de l'environnement sur la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la wilaya de Sidi Bel Abbès, au niveau des principaux réservoirs de stockage et au niveau des robinets des consommateurs.

Les résultats confirment que les activités humaines et les facteurs écologiques (géologie et sol) ont un impact à court, moyen et long terme sur la qualité des eaux surtout quand leur périmètre de stockage et de puisage n'est pas sécurisé.

Les analyses physico-chimiques montrent que les valeurs sont conformes aux normes OMS à une proportion de l'ordre de 85%. Quelques paramètres cependant restent assez proches des normes ou les dépassent à différentes proportions.

La dureté est supérieure aux normes dans tous les échantillons ce qui traduit le faciès géologique des eaux puisque la majorité des terrains traversés par les eaux de surface et emmagasinées dans les nappes sont à dominance calcaire.

les NO_3^- sont assez proches des normes dans 25% des échantillons et les dépassent dans 7%. Ces dépassements ne peuvent trouver leur explication que dans la vocation de ces communes qui est à dominance agricole et élevage. Les couches géologiques étant perméables et les sols à texture sableuse favorisent l'infiltration des nitrates et matière organique.

Les NO_2^- même si leur taux est inférieur aux normes, leur présence est gênante et ne peut se justifier écologiquement que par la présence de matière organique. Cette présence peut également se justifier par la transformation des nitrates sous l'effet de la chaleur et de l'humidité en nitrites.

Les Cl^- dépassent les normes dans presque 30% des échantillons. Les chlorures ne sont pas d'origine naturelle mais anthropique due à un surdosage au moment du traitement qui souvent n'est pas automatique d'autant plus que le débit n'est pas maîtrisable.

Le Mg^{2+} est hors normes pour la moitié des échantillons, probablement d'origine naturelle puisque tous les sols de la région sont riches en magnésium.

Mots clés : environnement, qualité, eau, analyse physico-chimique, Sidi-Bel-Abbès

Mise en place d'un système d'aide à la décision (SAD) pour les ressources en eaux du Gharb

Badr Benseddik *

Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

* E-mail : Badr.benseddik@gmail.com

Cette étude tend à rendre compte de quelques enjeux de la "Gestion Intégrée des Ressources en Eaux" (GIRE) dans la plaine du Gharb sous l'approche des "systèmes d'aide à la décision" qui englobent un ensemble de techniques et d'outils permettant pour identifier les différentes alertes du système hydrique ; en recourant à des données prétraitées, des hypothèses clés et des scénarios tendanciels.

A l'échelle du Gharb, on distingue globalement trois principaux types d'usages en termes de demande en eau: agriculture, ménages et industries. A ce niveau, on s'attache à élaborer trois scénarios qui mettent en évidence la variabilité de cette demande pour les différents secteurs, notamment :

(i) scénario I (accroissement de la population): étudie l'impact de l'accroissement de la population de la plaine sur les ressources en eaux, dans les deux prochaines décennies.

(ii) scénario II (extension des périmètres agricoles du Gharb): tenant compte des hypothèses du scénario I, ce scénario étudie en outre l'impact de l'extension des périmètres agricoles du Gharb, dans le cadre du programme de résorption du décalage entre les barrages et l'aménagement hydro-agricole vers l'horizon 2030.

(iii) scénario III (changement climatique) : ce scénario englobe toutes les hypothèses élaborées dans les deux premiers scénarios. Il étudie également l'impact du changement climatique (manifesté par la variabilité des recharges pluviales) sur les ressources souterraines du Gharb.

L'analyse des pressions exercées sur les ressources en eaux, concernant les trois scénarios, permet de définir la matrice des alertes sur deux aspects :

(1) aspect quantitatif : face à l'accroissement de la demande domestique et industrielle dans les deux prochaines décennies, une dégradation quantitative alarmante sera enregistrée dans les ressources souterraines du Gharb. Les extensions prévues dans le cadre du programme de résorption entre les barrages stabiliseraient quantitativement les ressources souterraines (à travers le retour d'irrigation, et la mise en place du programme de l'économie de l'eau). Une diminution future des recharges pluviales au niveau de la plaine du Gharb engendrerait inévitablement une dégradation des ressources souterraines compte tenu des données des scénarios I et II.

(2) Aspect qualitatif : une qualité physico-chimique très altérée est élevée dans les principaux cours d'eau de la plaine, notamment pour les teneurs en matière organique (MO), phosphore et azote. Cette pollution qui ne cesse de s'aggraver est issue majoritairement des villes les plus peuplées (Kenitra et Sidi Kacem).

Une forte concentration de chrome est générée par les sites de rejets des tanneries. Les tronçons les plus affectés sont : Ouergha aval, Rdom et Bas Sebou. Une intense contamination par les polluants agrochimiques (nitrates et phosphates) menace les ressources souterraines du Gharb, en vue de

l'activité agricole qui devient de plus en plus importante. Ces aspects sont confrontés aux tâches de responsabilité des différents acteurs de gestion des ressources en eau. Cependant, d'après l'analyse de la matrice des alertes, on s'attache à proposer quelques mesures préventives autant que curatives, résolument tournées vers une politique de GIRE à l'échelle de Sebou, à savoir:

(i) établir un cadre institutionnel pour le contrôle des prélèvements souterrains de la nappe du Gharb destiné au secteur de la papeterie, sachant qu'elle épuise plus que 12% des ressources souterraines du Gharb. Elle serait d'environ 17% vers l'horizon 2030, selon l'hypothèse d'évolution de la consommation industrielle en eau.

(ii) une mise en place de trois stations d'épuration dans les tronçons de : Ouergha aval, Rdom, Bas Sebou. Ces zones sont exceptées du plan national de l'assainissement liquide, bien qu'elles recèlent une qualité physico-chimique très altérée.

(iii) l'établissement d'un plan de gestion des décharges publiques dans le périmètre de la plaine. L'utilisation des produits agrochimiques (fertilisants et pesticides) aux normes de la qualité qui conforme à des teneurs acceptables de nitrates et de phosphates, en vue d'une croissance future de l'activité agricole qui risque de nuire à la qualité des eaux souterraines.

Estimating of groundwater recharge using MRC techniques and Meyboom method. A case study: Seybouse watershed, Algeria

Sabri Berhail^{*}, Lahbassi Ouerdachi, Mehdi Keblouti

Laboratory of hydraulics and hydraulic constructions, Badji Mokhtar University, PO BOX 12, 23000 Annaba, Algeria

^{*} E-mail: Berhail_sabri@yahoo.fr

Groundwater recharge to an aquifer depends on the amount of precipitation, land use, and other factors. Direct measurement of recharge components is not possible. The purpose of this paper is to estimate groundwater recharge based on the hydrograph analysis. Two methods of hydrograph recession analysis were employed in a case study from the Seybouse watershed (6450 km²), Algeria. The first automated technique was developed to calculate the slope of the baseflow recession curve from stream flow record which is commonly used as an indicator of the extent of baseflow. This technique is an adaptation of the Master Recession Curve (MRC) procedure. A second is the Meyboom method, the adapted method consists in fitting exponential regression model to baseflow recessions that precede and follow groundwater recharge. Regression equations are then used in calculating recharge volume using the same procedure as described by Meyboom (1961). These two methods, which gave quantitative information regarding the entities that make up the basic hydrologic equation, respectively show us that the dynamic resources of the Seybouse are relatively important.

Keywords: groundwater recharge, hydrograph analysis, master recession curves, Meyboom's method

Reference

Meyboom, P., 1961. Estimating groundwater recharge from stream hydrographs. *J. Geophys. Res.*, 66(4), 1203-1214.

Evaluation de l'impact de la participation paysanne dans les aménagements hydro-agricoles. Cas des associations des usagers des eaux agricoles (AUEA) de la petite et moyenne hydraulique (PMH) des provinces du nord marocain

Ridouane Berrhazi *

Développement des Partenariats Publics Privés (PPP) en irrigation, Direction Régionale de l'Agriculture
Chaouia Ourdigha, BP. 551, Settati, Maroc

* E-mail : berrhaziridouane@gmail.com

En 1996, l'aménagement des périmètres irrigués de la petite et moyenne hydraulique (PMH) des provinces du Nord marocain, a donné naissance à plusieurs projets de réhabilitation intégrés. L'exécution de ces projets s'inscrivaient dans une nouvelle approche : la gestion participative de l'irrigation (GPI). L'aménagement consistait à la mise en place des associations des usagers des eaux agricoles (AUEA). Ces AUEA devaient prendre en charge la gestion et l'exploitation de l'infrastructure et des équipements. De façon concrète, elles devaient être impliquées dans les différentes phases du projet d'aménagement.

L'approche participative prévoyait aussi l'identification des différents acteurs et bénéficiaires des projets. Ces acteurs contribueraient à la réalisation des études par la négociation et la validation des options retenues par l'ingénieur conseil : contrôle des travaux lors de la mise en place et pendant l'exécution, et réception définitive des ouvrages d'irrigation. Cette participation visait également le renforcement des capacités des agriculteurs en matière de gestion d'irrigation, par des mesures d'accompagnement aux travers des programmes de formation en économie de l'eau, le management associatif et le suivi-évaluation.

Cet article propose un diagnostic des facteurs ayant influencé la participation des usagers dans ces projets, à partir de l'analyse du fonctionnement des AUEA. Cette analyse permettra de mettre en exergue les contraintes et d'en tirer les enseignements pour les projets similaires. Ces expériences de gestion des projets revêtent des formes multiples d'appropriation de l'approche participative. On note l'émergence de nouveaux partenariats entre usagers, entreprises et administration, ainsi que l'apparition des nouveaux leaders. Les résultats tendent à crédibiliser les interventions étatiques dans ces zones sensibles historiquement marginalisées et livrées à la culture du cannabis et à l'émigration vers l'Europe.

Mots clés: Approche participative, irrigation, suivi évaluation participatif, andragogie, pédagogie des adultes et AUEA

Géomicrobiologie d'une source d'eau thermominérale du nord de l'Algérie

Amel Bouanane-Darenfed^{1,2,*}, Marie laure Fardeau², Bernard Ollivier², Hocine Hacene¹

¹ Equipe de microbiologie, Laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire, Faculté de Biologie, FSB-USTHB, BP 32, El Alia, 16111 Alger, Algérie

² Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie des Environnements Chauds, UMR D180, IRD, Universités de Provence et de la Méditerranée, ESIL Luminy, Marseille, France

* E-mail: darenfedamel@yahoo.fr

Actuellement, dans leur nouvelle politique économique, les pouvoirs publics en Algérie tentent d'encourager l'investissement dans le secteur du thermalisme. Plusieurs textes ont été promulgués visant à réglementer l'activité thermique et à améliorer la qualité des services dans les stations thermales. Beaucoup reste encore à faire dans l'aménagement de sources thermo-minérales à l'abandon jusqu'à l'heure actuelle, dans la protection de ce patrimoine naturel contre la pollution, et à l'amélioration de la qualité du service dans l'exploitation optimale des vertus thérapeutiques des eaux (JORA, 2010). 240 sites ont été répertoriés mais l'essentiel des zones géothermiques se localise dans l'est algérien. Hammam D'bagh (Guelma) est l'une des sources thermales les plus chaudes au monde, la température d'émergence de l'eau est de 98°C.

L'objectif essentiel de cette étude a porté sur la caractérisation physicochimique, isotopique et microbiologique des eaux thermales de la source de Hammam D'bagh.

L'étude physicochimique réalisée a permis de mettre en évidence des éléments minéraux dominants (chlorures, sulfates, bicarbonates, sodium et calcium), ciblant ainsi les différentes thérapies. L'analyse isotopique a révélé de faibles valeurs de radioactivité du Radium-226 et du Potassium-40, comparées à d'autres sources en Algérie et dans le monde. Le Césium-137 représente la radioactivité artificielle, conséquence au développement des activités industrielles et militaires utilisant des matières radioactives. Aucune activité de cet élément n'a été décelée au niveau des eaux étudiées. Les métaux lourds sont recherchés, car ils représentent un indice de pollution et de toxicité (Rodier et al., 2005). Plusieurs métaux (fer, cuivre, manganèse, zinc, magnésium, sélénium, fluor) ont été retrouvés en faibles concentrations, mais en concentrations assez suffisantes pour induire une action thérapeutique. Ces valeurs indiqueraient l'absence de pollution urbaine et industrielle.

Longtemps considérées comme impropres au développement de la vie, ces sources hydrothermales terrestres se sont révélées être le réservoir de consortia bactériens originaux. De nouvelles lignées phylogénétiques d'espèces inconnues ont été déterminées grâce aux techniques moléculaires et au choix de l'ARN 16 S comme marqueur évolutif. Ces procaryotes présentent des caractéristiques physiologiques et métaboliques très diverses et interviennent dans la plupart des grands cycles biogéochimiques. Egalement, en raison de leurs adaptations moléculaires très performantes, les organismes thermophiles sont très intéressants d'un point de vue biotechnologique, en particulier en tant que source de nouveaux enzymes thermostables (Gomes et Steiner, 2004). En effet, nos résultats ont révélé une diversité de microorganismes aérobies et anaérobies: *Bacillales*, *Clostridiales*, *Thermotogales* et *Thermoanaerobacteriales*. Deux nouvelles espèces bactériennes anaérobies,

appartenant au genre *Caldicoprobacter*, ordre des *Clostridiales*, présentant une activité xylanolytique à 70°C, ont été isolées et caractérisées (Bouanane-Darenfed et al., 2011). L'ensemble des résultats de DGGE et de séquençage moléculaire ont permis de détecter des clones environnementaux, ayant comme plus proches parents phylogénétiques des *Archaea* aérobies ammonium-oxydantes (phylum des *Thaumarchaeota*), nouvellement identifiés (Brochier-Armanet et al., 2008 ; Nunoura et al., 2010).

L'ensemble de ce travail a eu pour objectif de contribuer à établir une liste non exhaustive des bactéries pouvant coloniser ces sites thermaux car la diversité microbienne des écosystèmes chauds représente un point capital pour la compréhension des processus biologiques et évolutifs fondamentaux permettant d'appréhender les conditions limites de la vie, l'origine de la vie et sa diversification en différents règnes, loin d'être élucidés à ce jour.

Il était également important dans ce contexte de tenir compte à la fois des facteurs abiotiques, notamment physico-chimiques qui régissent la géo-microbiologie de ces environnements chauds.

Mots clés: source thermale, minéralisation, radioactivité, effets thérapeutiques, écologie microbienne

Références

- Bouanane-Darenfed A., Fardeau M.L., Grégoire P., Joseph M., Kebbouche-Gana S., Benayad T., Hacene H., Cayol J.L., Ollivier B., 2011. *Caldicoprobacter algeriensis* sp. nov. a new thermophilic anaerobic, xylanolytic, bacterium isolated from an Algerian hot spring. *Cur Microbiol.*, 62, 826-832.
- Brochier-Armanet C., Boussan B., Gribaldo S., Forterre P., 2008. Mesophilic *Crenarchaeota* : proposal for a third archaeal phylum, the *Thaumarchaeota*. *Nat. Rev. Micro.*, 6 : 245-252.
- Gomes I., Steiner W., 2004. The biocatalytic potential of extremophiles and extremozymes. *Food Technol. Biotechnol.*, 42 (4), 223-235.
- J.O.R.A., 2010. Eaux minérales, les eaux de sources et les eaux thermales. N°77, décembre 2010.
- Nunoura T., Oida H., Nakaseama M., Kosaka A., Ohkubo S.B., Kikuchi T., Kazama H., Hosoi-Tanabe S., Nakamura K., Kinoshita M., Hirayama H., Inagaki F., Tsunogai U., Ishibashi J., Takai K., 2010. Archaeal diversity and distribution along thermal and geochemical gradients in hydrothermal sediments at the Yonaguni Knoll IV hydrothermal field in the Southern Okinawa trough. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76 (4), 1198-1211.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Champsau H., Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau : eau naturelle, résiduaire, eau de mer, 8^{ème} Ed. Dunod, 130-151.

Impact du changement climatique sur la végétation de l'Algérie occidentale

Mohamed Bouazza^{*}, Noury Benabadji

Département d'Ecologie et Environnement, Université Abou Bekr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: lecgen_tlm@yahoo.fr

A partir des travaux de recherche effectués en phyto-écologie, une étude des variations climatiques en Oranie a été menée.

Les données climatologiques montrent des précipitations irrégulières inter- et intra-annuelles. Les hauteurs de pluies enregistrées montrent de grandes amplitudes. Les indices bioclimatiques calculés à partir des précipitations et des températures montrent dans la plupart des stations météorologiques une sécheresse plus importante pour la période récente 1980-2010.

La région est replacée avec une nette régression verticale sur le climagramme pluviothermique d'Emberger.

Par ailleurs les processus de désertification liés à l'action anthropique de l'homme et de ses troupeaux sont à prendre en considération. La végétation actuelle dans la région reflète ces transformations où sont alternés des phases humides et des phases d'hyper-aridité.

Mots Clés : Algérie occidentale, changement climatique, désertification, action anthropique.

Effet de l'irrigation déficitaire sur le rendement et l'efficience d'utilisation de l'eau chez le maïs ensilage au périmètre irrigué de Tadla

Bassou Bouazzama^{1,4,*}, Dimitri Xanthoulis², Ahmed Bouaziz³, Pierre Ruelle⁴, Jean-Claude Mailhol⁴

¹ Centre Régional de la Recherche Agronomique de Tadla, INRA, BP 567, 23000 Beni Mellal, Maroc

² Unité d'Hydraulique, Université de Liège Agro-Bio Tech Gembloux, 2 Passage des déportés, B5030 Gembloux, Belgique

³ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat Institut, Rabat, Maroc

⁴ Cemagref, 361, rue J.F. Breton, BP 5095, 34196 Montpellier Cedex 5, France

* E-mail : b.bouazzama@student.ulg.ac.be

L'étude de la réponse des cultures au déficit hydrique est importante pour réduire l'usage de l'eau en agriculture dans les zones où les ressources en eau sont limitées. Cette étude a été réalisée durant deux campagnes agricoles (2009 et 2010) dans l'objectif d'étudier l'effet du déficit hydrique sur la croissance, consommation en eau et rendement en matière sèche du maïs ensilage (*Zea mays L*) alimenté par irrigation gravitaire sous climat semi-aride de la région de Tadla au Maroc. Quatre à cinq régimes hydriques définis sur la base de coefficients qui affectent l'évapotranspiration (ETc) de la culture (100%, 80%, 60%, 40% et 20% ETc) ont été comparés. Les mesures ont porté sur l'humidité du sol, la croissance et le rendement final en matière sèche.

Les résultats ont montré que le déficit hydrique accélère la sénescence des feuilles et réduit l'indice foliaire. Les valeurs maximales de ce paramètre atteintes à la floraison sous le régime 100% ETc sont 5.1 et 4.8 en 2009 et 2010 respectivement. Les rendements en matière sèche ont varié de 5.3 t/ha sous T4 (40% ETc) à 16.4 t/ha sous T1 (100% ETc) en 2009 alors qu'en 2010, ils ont oscillé entre 3.9 t/ha sous T5 (20% ETc) à 12.5 t/ha sous T1 (100% ETc). L'évapotranspiration réelle sous T1 (100% ETc) est de 478 mm et 463 mm en 2009 et 2010 respectivement. En combinant les résultats des deux années, une relation linéaire a été établie entre le rendement en matière sèche et la consommation en eau. La valeur du coefficient de réponse k_y du maïs ensilage des deux campagnes 2009-2010 combinées est 1.12.

Mots clés : irrigation gravitaire, maïs ensilage, efficience d'utilisation de l'eau, déficit hydrique, Maroc

Identification des zones humides issues de la remontée des eaux dans la région d'Oued Righ, Bas Sahara algérien

**Nora Bouchahm^{*}, Abdelmalek Drouiche, Warda Chaib, Farah Fekraoui, Nora
Salemkour**

Division Gestion des Ressources en Eau et en Sol dans les Régions Arides, Centre de Recherches Scientifiques
et Techniques dans Les Régions Arides (CRSTRA), BP 1682, 7000 Biskra, Algérie

* E-mail : bouchahm_nora@yahoo.fr

La situation des ressources en eaux dans le Sahara algérien en général et dans sa partie sud-est en particulier est jugée alarmante par les spécialistes. La problématique de la surexploitation des ressources hydriques dans le Sahara septentrional est plus que jamais d'actualité. Ces ressources sont contenues dans deux grandes nappes aquifères que sont la nappe du Continental Intercalaire et le Complexe Terminal qui s'étendent respectivement sur 600000 et 350000 km². Selon les enquêtes effectuées par l'ANRH en 1998 et 1999, le débit fictif de ces deux nappes est de 56,35 m³/s, soit un volume de près de 1,8 milliard de m³. Plus de 60% de cette eau est perdue en cours de route et constitue le volume des déperditions en réseau. L'irrigation est quant à elle le second gouffre du gaspillage. Pendant très longtemps, la prolifération des forages illicites et leur forte concentration engendrant des interférences, en sus de la défectuosité, voire l'inexistence des réseaux d'assainissement ont aggravé la situation.

Actuellement la région de l'Oued Righ est sujette à la remontée des eaux des nappes phréatiques, autant en milieu agricole qu'en milieu urbain ainsi que l'accroissement de la salinité des sols. Cette remontée des eaux est due aux conditions naturelles de la région, morphologie du terrain, la mauvaise exploitation hydro-agricole (travaux culturaux et entretien, mode d'irrigation), qui viennent s'ajouter à une utilisation abusive des eaux profondes pour l'irrigation (submersion). Le principal et le plus spectaculaire effet direct de cette surexploitation est la dégradation du milieu naturel.

Nous avons mené cette étude pour inventorier les zones affectées par le phénomène de remontée des eaux dans la région d'Oued Righ. Pour cet objectif, il est impératif de cerner l'extension de ces mêmes zones et de suivre la variation saisonnière des niveaux d'eau, ce qui permettra la caractérisation de ces zones et d'apprécier leur pérennité.

Mots clés : eau souterraine, remontée des eaux, zone humides, Sahara algérien

Chimisme des eaux profondes de la région de Biskra

Fattoum Bouchemal^{1,*}, Samia Achour²

¹ Département d'Hydraulique, Institut des Sciences et Technologie, Centre Universitaire d'El Oued, BP 789, 39000 El Oued, Algérie

² Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface-LARHYSS, Faculté des Sciences et de Technologie, Université de Biskra, BP 145 RP, 7000 Biskra, Algérie

*E-mail : bouchemal_hydro@yahoo.fr

La maîtrise de la qualité de l'eau distribuée associée à une bonne gestion de la ressource constitue un facteur de développement économique et social. Par ailleurs, l'hydrochimie et la connaissance des formations géologiques et hydrogéologiques des aquifères, objet de ce travail, nous permettent d'identifier la qualité de l'eau examinée par le biais des paramètres physico-chimiques. L'étude de ces paramètres, plus précisément pour la région de Biskra, révèle en règle générale une minéralisation élevée dont l'origine est essentiellement la nature géologique des terrains encaissant les aquifères. Toutefois, le faciès chimique des eaux du continental intercalaire (Albien) indique pour ces eaux une minéralisation plus faible mais la température excessive à la sortie des forages les rend difficilement utilisables aussi bien pour l'alimentation en eau potable que pour l'irrigation.

Après synthèse des résultats relatifs aux différentes nappes (phréatique, mio-pliocène, éocène, albienne), celle des calcaires reste la plus intéressante du moins pour l'AEP, de part son taux de minéralisation, sa température acceptable (24°C) et sa minéralisation relativement peu élevée (1 à 3 g/L).

Cependant, ces eaux ne sont pas utilisables directement pour la consommation humaine. Elles nécessitent un traitement plus poussé.

Mots clés : Aquifères, Biskra, minéralisation, faciès chimique, eau potable

Gestion intégrée et mise en valeur durable de l'écosystème montagneux, Monts de Tlemcen, Algérie

Hafidha Boucherit ^{1,*}, Abdelkrim Benaradj ², Abdelmadjid Boulassel ³

¹ Département des Sciences Agronomiques et Forestières, Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers (SNV-STU), Université Abou Bekr Belkaïd, BP 119, 13000 Tlemcen, Algérie

² Laboratoire de Recherche des Sciences biologique et Géomatique, Université de Mascara, BP 305, 29000 Mascara, Algérie

³ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Centre Régional de l'Oued Ghir, 6017 Béjaïa, Algérie

* E-mail: h.boucherit@yahoo.fr

Les monts de Tlemcen constituent le principal relief montagneux dans l'ouest de l'Algérie, ils présentent une morphologie physique contrastée et une économie essentiellement basée sur l'agriculture qui est le principal utilisateur de l'eau. Cet écosystème montagneux sur roches tendres, peu ou non boisé est soumis à un processus du ruissellement et d'érosion à l'origine de la dégradation des sols. Ils sont plus ou moins prononcés dans la majeure partie des bassins versants. Les causes de cette dégradation peuvent se résumer ainsi : les contraintes économiques du paysan, l'arrachage, la déforestation, les pratiques culturales sur de fortes pentes, les conditions climatiques défavorables et les techniques culturales inappropriées. Ce qui entraîne un déséquilibre du terroir et par conséquent un dysfonctionnement biologique aux conséquences souvent désastreuses. L'isolement et la dureté des conditions de vie dans ces zones ont supposé un handicap pour les populations qui y vivent. Pour étudier de plus près le taux d'érosion et le coefficient de ruissellement, on a pris la station de Gourari située au sud-est du bassin versant de l'Isser, Tlemcen. Les résultats obtenus de 2000 à 2006 sur parcelles expérimentales de 100 m² de surface montrent que la tendance au ruissellement est très nette pendant les périodes pluvieuses où l'érosion en nappe atteint une moyenne de 2 t/ha/an sur les systèmes traditionnels. Les techniques paysannes mises en place comme les structures en terrasses, les cuvettes, les murs en pierres sèches et le mulching (culture herbacée, ce qui rejoint l'agriculture de conservation) constituent un frein à l'accélération du phénomène d'érosion, ainsi que les différents projets pilotes mis en place tels que le Projet d'Emploi Rural (PER), le Plan National de Développement Agricole (PNDA), le Programme National de Développement Agricole et Rural (PNDAR), le Fonds National pour la Régulation du Développement Agricole (FNRDA), le Projet de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI).

Cette approche s'inscrit dans une stratégie globale d'aménagement et de développement intégré des zones montagneuses qui repose sur la gestion intégrée des bassins versants pour la préservation de l'environnement des risques naturels notamment l'érosion hydrique que ses dégâts commencent sérieusement à être prononcées, surtout sur les sols dénudés.

Mots clés : écosystème, dégradation, ressources naturelles, Monts de Tlemcen

Combinaison entre l'approche expérimentale, télédétection spatiale et modélisation pour l'étude des ressources hydriques en montagnes arides : cas du Haut Atlas marocain

**Abdelghani Boudhar ^{1,*}, Lahoucine Hanich ², Ahmed Marchane ², Lionel Jarlan ³,
Abdelghani Chehbouni ³**

¹ Faculté des Sciences et Techniques, Universitan Moulay Slimane, BP 523, Béni-Mellal, Maroc

² Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, Laboratoire de Géoressources-Unité associée au CNRST (URAC42), Av. A. Khattabi, BP 549, Marrakech, Maroc

³ CESBIO, Université de Toulouse, CNRS, CNES, IRD, 18 Av. Edouard Belin, BPI 280 Toulouse cedex 4, France

* E-mail: ab.boudhar@usms.ma

La chaîne montagneuse du Haut Atlas constitue le château d'eau pour les régions arides avoisinantes. C'est le cas de plusieurs plaines où les activités agricoles dépendent majoritairement des précipitations tombées en hautes altitudes. Une part importante de ces précipitations tombe sous forme de neige. A cet effet, une quantité d'eau douce reste stockée temporairement sous forme de neige avant d'être restituée à travers les écoulements de surface pendant la période de fonte. Malgré l'importance des montagnes atlasiques du point de vue hydrique, les études effectuées sur ces zones restent très limitées.

L'évaluation des ressources en eau en montagnes arides caractérisées par la faiblesse des réseaux de mesures hydrométéorologiques nécessite de nouvelles approches méthodologiques. Dans ce sens, les techniques qui combinent les données expérimentales estimées in situ manuellement ou à l'aide des stations météorologiques, et des données satellitaires sont très utilisées.

L'objectif de ce travail de recherche est de présenter les principales études des ressources en eau qui ont été entreprises sur le Haut Atlas. Il s'agit ici de citer les travaux expérimentaux, mesures des débits, des paramètres physiques de la neige et des paramètres climatiques, menées dans le cadre du projet SUDMED au Sud de la ville de Marrakech. L'importance de l'imagerie satellitaire pour le suivi de la dynamique du couvert nival sera aussi détaillée. Les résultats de modélisation des équivalents en eau de la neige et son apport à l'écoulement des Oueds via un modèle hydrologique seront également développés.

Mots clés : montagnes arides, manteau neigeux, mesures, télédétection, modélisation

Etude de l'épandage des boues sur la fréquence des mycorhizes et sur la production du blé dur. Approche à l'étude du transfert des métaux vers le grain

Sonia Boudjabi ^{1*}, Mohammed Kribaa ²

¹ Université des Sciences exactes et Sciences de la nature, Université de Tébessa, route de Constantine, 12000 Tébessa, Algérie

² Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

*E-mail : soniabeida@yahoo.fr

Pour mettre en relief l'effet de l'épandage des boues résiduelles sur la production du blé dur et sur sa fréquence mycorhizogène, une expérimentation sous serre en verre a été menée à la faculté des sciences exactes et sciences de la nature de l'Université de Tébessa.

Un apport de quatre doses de boues a été appliqué dans des pots en plastique reparti en quatre niveaux de concentration (0t/ha, 10t/ha, 30t/ha, 50t/ha).

Les résultats montrent que (i) la biomasse aérienne formée dans les pots amendée par la boue résiduelle, (ii) la hauteur du chaume et (iii) le nombre de talles sont significativement supérieures aux plantes témoins. Cependant le poids des racines diminue avec la plus forte dose de boue appliquée. Comparativement aux plantes témoins, l'application de ce biosolide résiduelle a amélioré positivement le taux d'infection mycorhizogène et l'intensité de colonisation du cortex des racines uniquement pour les doses 10 et 30 t/ha de boue. On détient une amélioration respective de 98%, 88% contrairement aux plantes témoins.

L'évaluation du transfert des métaux lourds vers le grain indique une faible accumulation de zinc, plomb et cuivre.

Mots clés: boue résiduelle, métaux lourds, biomasse aérienne, mycorhize, qualité du grain

Gouvernance de l'eau et gestion des steppes algériennes

Abdelaziz Boudjadja^{*}, Mesaoud Nacer Nasredine, Hadj Kadour Boumedine

Département Eau et Environnement, Université Saad Dahlab, 9000 Blida, Algérie

^{*} E-mail : boudjadjaziz@yahoo.fr

La notion d'aridité fait appel à deux variables climatiques essentielles : la pluie et la température, à leur distribution temporelle mais aussi aux caractéristiques physiques et à l'activité biologique. De ce fait, les environnements arides sont extrêmement divers par les formes de terrains (géomorphologie), par la nature des sols (agro-pédologie), par la faune et la flore (biodiversité) et par les équilibres entre l'activité humaine et les capacités hydriques des lieux. De ce point de vue, l'Algérie est un territoire majoritairement aride malgré sa réputation de pays méditerranéen du fait de sa façade littorale de ~1200 km. L'allongement du territoire sur 2000 km vers le sud confère à son climat un assèchement naturel dans cette direction. Cet assèchement climatique résulte en partie de la configuration géomorphologique du territoire au sens où les chaînes de montagnes telliennes limitent le passage des perturbations océaniques et méditerranéennes porteuses de pluies. Ces dernières n'arrosent plus qu'une bande littorale ne dépassant pas 150 km de largeur. Elles délimitent ainsi la zone côtière où les pluies dépassent 400 mm/an de la zone des hauts plateaux où les pluies varient entre 400 et 100 mm/an, bande du territoire deux fois et demie plus vaste que la première et dont la profondeur ne dépasse guère 350 km. Plus au sud sur près de 1000 km s'étend le zone hyper aride où les pluies n'excèdent jamais 100 mm/an. Dans cet essai, l'intérêt sera tourné essentiellement vers les zones arides au vue de l'importance qu'elles revêtent sur les plans de la biodiversité et des activités socio-économiques. Le point sera notamment effectué sur l'état de leur dégradation avancée qui constitue une menace pour le fonctionnement durable des zones humides qu'elles renferment dont certaines sont classées réserves naturelles ou d'importance internationale.

Les zones de parcours représentent 15 millions ha soit 80% des 20 millions ha de la steppe algérienne. Elles sont à relier à la vocation même de ces territoires à savoir l'élevage ovin caprin et camelin. Cette activité faisant vivre près de six millions d'âmes est donc intimement liée à la gouvernance de l'eau et à l'orientation de des programmes de développement.

Le diagnostic de l'aménagement du territoire de la steppe fait ressortir la non prise en considération de leurs spécificités naturelles, sociales et économiques. Il s'en suit une dégradation des espaces qui à son tour accentue la désertification et les exodes des populations semi nomades vers des concentrations urbaines avec la genèse de conflits entre les modes de vie et les rapports à l'espace. Dans cette dynamique, l'usage de l'eau constitue une donnée de base. Elle relève son inadéquation à la nature des besoins, l'inéquité dans sa répartition et sa disponibilité et de grandes insuffisances dans sa gestion. Par ailleurs, l'insuffisance dans la prise en considération efficiente de la gestion des zones humides hypothèque la biodiversité locale de nombreuses zones humides avec les répercussions négatives sur les parcours naturels ce certaine espèces d'oiseaux migrants.

Mots clés : steppe, gouvernance de l'eau, zone humide, ressources en eau

Evaluation de la ressource en eau par modèle numérique dans une région aride du sud-est d'Algérie

**Nabil Bougherira ^{1,*}, Dounia Nechem ², Azzedine Hani ¹, Abdelhamid Messameh ³,
Toufik Djedri ³, Derraji Zouini ²**

¹ Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable (REDD), Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université de Annaba, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

² Laboratoire LRG, Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université de Annaba, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

³ Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

* E-mail : nabilbough@gmail.com

Dans les zones arides où les précipitations sont rares (inférieures à 200 mm), et devant la quasi inexistence de ressources hydriques superficielles, l'exploitation des eaux souterraines reste le seul moyen pour parvenir à la satisfaction des divers besoins.

Pour assurer la pérennité de cette ressource, devenue de plus en plus rare et afin de répondre aux besoins croissants, il est indispensable d'asseoir une gestion adéquate. Dans cette optique, la connaissance des différents termes du bilan des nappes aquifères est d'un intérêt particulier dans toute étude de quantification et de gestion.

Dans cette recherche, un modèle numérique a été élaboré sur la base d'une synthèse globale des données acquises. Ces données sont d'ordre géométrique et hydrodynamique.

Ce travail a permis d'identifier les principaux écoulements souterrains dans l'aquifère profond mio-pliocène et de déduire la possibilité d'une exploitation supplémentaire.

Mots clés : ressources ; la nappe du Mio-pliocène, modèle numérique, exploitation

**Impact du climat et développement sociale sur l'état sanitaire d'une population
enquêtée. Cas de la contamination des eaux souterraines par les nitrates dans la zone de
Sidi Bel Abbès, nord-ouest algérien**

Mahmoud Bouhaous^{*}, Zohra Bengharez

Laboratoire de Chimie Organique, Physique et Macromoléculaire, Faculté des Sciences, Université Djillali
Liabès, BP 89, cité Larbi Ben M'hidi, 22000 Sidi-Bel-Abbès, Algérie

*E-mail : bouhaous@hotmail.fr

Les grandes villes des pays en voie de développement connaissent généralement une croissance démographique galopante qui engendre des problèmes multiples et complexes (Ahoussi kouassi et al. , 2008). La ville de Sidi Bel Abbès, connue pour son climat semi-aride est confrontée depuis quelques années à une importante pénurie d'eau, particulièrement en saison estivale surtout dans les quartiers périurbains. Pour faire face à cette situation, une population importante de cette zone fait recours aux eaux de faible qualité telles que les eaux de puits privés et de forages. Ces eaux constituent une ressource importante en eau potable bien qu'elles soient fournies sans traitement. Le traitement minimal traditionnel est la désinfection par le chlore sous sa forme liquide (eau de javel).

L'objectif global de ce travail est l'évaluation du niveau de contamination des eaux de puits consommées par la population enquêtée, par les nitrates et les nitrites, et l'identification des principales causes de cette contamination à travers le questionnaire et les analyses microbiologiques.

Les résultats obtenus au cours de ce travail ont montré que 67% des puits prélevés présentent un taux en nitrates dépassant la norme qui est de 50 mg/L (WHO, 1998) avec une concentration maximale observée de 103 ± 1.41 . L'analyse bactériologique a révélé l'existence de coliformes fécaux dans 17% de puits. Les facteurs de contamination des eaux de puits investigués sont liés probablement à la présence de fosses septiques, un ancien cimetière, une activité agricole et de l'Oued Makerra situé à quelques mètres de la zone étudiée.

Mots Clés : eaux de puits, climat semi-aride, développement sociale, nitrates, coliformes fécaux, contamination

Références

Ahoussi kouassi E., Soro N., Soro G.B., Lasm T., Oga M.S., Zade S.P., 2008. Ground water pollution in African Biggest Towns: case of the town of Abidjan (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 20(2), 302-316.

WHO: World Health Organisation, 1998. Nitrate and nitrite: extracted from guidelines for drinking water quality, health criteria and other supporting information, 2nd edition, Addendum to vol.2, 64-80.

Les apports liquides des Oueds en zones semi-arides purement ou partiellement aléatoires? cas de stations hydrométriques au nord de l'Algérie

Khadidja Boukharouba^{*}, Ahmed Kettab

Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau-LRS-EAU, Ecole Nationale Polytechnique (E.N.P.), 10 Avenue Hacène Badi BP 182, El-Harrach, 16200 Alger, Algérie

^{*} E-mail: b_malikadz@yahoo.com

La nature aléatoire des variables hydrologiques a longtemps été une contrainte qui affecte la performance finale de n'importe quel plan d'action, dans le domaine de l'eau, et qui limite les interventions des décideurs. Cette variabilité aléatoire, donc complètement imprévisible, peut entraîner un risque important lorsqu'il s'agit d'élaborer une stratégie, pour la simple raison que la réalisation des objectifs de la dite stratégie dépend du comportement de cette variabilité.

L'objectif de ce travail est l'extraction de toute l'information structurée utile à partir de données supposées purement aléatoires pour permettre de prévoir le risque en partie et donc la réduction de ses effets. Cette possibilité est proposée par des modèles stochastiques de Box-Jenkins et le planificateur pourrait ainsi procéder soit à la simulation du mécanisme générateur en question soit à sa prévision. Pour la mise en application de cette méthode, nous avons opté pour la variable hydrologique des apports liquides annuels et mensuels observés en 10 stations hydrométriques du nord algérien, cinq d'entre elles se trouvent sur des barrages déjà en exploitation.

Les résultats obtenus ont conduit à la détermination de 5 modèles ARIMA pour le pas annuel et 10 modèles SARIMA pour le pas mensuel. Ces derniers sont la mise en équation des données étudiées, ils expriment toute la recherche servant à l'extraction d'une partie structurée à partir de données supposées purement aléatoires. Ces modèles sont pratiques, simples et parcimonieux, ils présentent l'avantage de représenter le plus possible le processus générateur de la variable hydrologique en question et reflètent l'ampleur de la variabilité aléatoire de celle-ci. Enfin, il faut noter que la méthode de Box-Jenkins reste toujours valable si l'on est à la recherche d'un modèle avec une prise en charge de la nature stochastique d'un processus hydrologique quelconque et les résultats qu'elle produit sont toujours satisfaisants.

Mots clés: ARIMA, SARIMA, série chronologique, apport liquide

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique d'un écosystème aquatique artificiel. Cas de la retenue collinaire Ourkiss, Oum El Bouaghi, Algérie

Nadhra Boukrouma^{1,*}, Moussa Houhamdi²

¹ Centre universitaire Messadia Chérif, 41000 Souk Ahras, Algérie

² Université du 8 Mai 1945, 24000 Guelma, Algérie

* E-mail: nadhra_boukrouma@yahoo.fr

Durant les deux dernières décennies, l'Algérie a lancé un programme de construction de petites retenues collinaires sur l'ensemble des oueds dans les régions semi-aride. Ainsi, la région des hautes plaines de l'Est algérien connue sous le nom du sud constantinois a vu l'édification de deux retenues collinaires dont une est située dans la wilaya d'Oum El Bouaghi (retenue d'Ourkiss).

Nous sous sommes proposés d'étudier la qualité de l'eau de cet écosystème artificiel et nous avons suivi certains paramètres microbiologiques où cette eau est soumises à plusieurs types de pollution : (i) une pollution naturelle par l'augmentation de la concentration des chlorures, (ii) une pollution agricole marquée par la forte concentration en NO₃ et enfin, (iii) une pollution domestique par la présence de PO₄ et l'augmentation anormale des valeurs de conductivité.

Sur le plan bactériologique, les résultats obtenus dans le site à travers les dénombrements réalisés le long de nos campagnes de prélèvements, nous ont permis d'estimer le degré de contamination bactérienne que présente la retenue.

Mots clés: qualité de l'eau, bactériologie, chimie, retenue collinaire, est algérien

Des techniques de gestion et de conservation de l'eau par et pour les paysans : quand la gestion de l'eau est un risque partagé par la communauté. Cas des écosystèmes fragiles en Algérie

Abdelmadjid Boulassel ^{1,*}, Hafida Boucherit ², Brahim Mouhouche ³, Abdelkrim Benaradj ⁴

¹ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Centre Régional de Oued Ghir, 6017 Béjaia, Algérie

² Département des Sciences Agronomiques et Forestières, Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers (SNV-STU), Université Abou Bekr Belkaïd, BP 119, 13000 Tlemcen, Algérie

³ Département Génie Rural, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Avenue Hacen Badi, El harrach, 16200 Alger, Algérie

⁴ Laboratoire de Recherche des Sciences biologique et Géomatique, Université de Mascara, BP 305, 29000 Mascara, Algérie

* E-mail : boulassel_ma@yahoo.fr, abdelmadjid.boulassel@inraa.dz

L'Algérie se situe dans une région où le manque d'eau est fréquent. En effet, la période de sécheresse est longue même pour les zones classées dans des étages bioclimatiques humides. Cette période de sécheresse s'étale généralement du mois de mai jusqu'au mi-octobre pour les zones dites humides et toute l'année pour les zones arides et désertiques. Les pluies sont irrégulières et inégalement réparties. Le recours aux techniques de collecte des eaux pluviales, de gestion et de conservation moyennant des procédés traditionnels est une pratique courante qui a tendance à être délaissée en faveur des techniques d'irrigation « modernes ».

Notre contribution est à objectif double :

(1) une réhabilitation de certaines techniques de collectes des eaux pluviales (confection valats, poches en pierres, impluvium, etc.) où elle est pratiquée surtout pour l'olivier et le figuier (monts de Kabylie, Béni Snous);

(2) une étude des techniques de gestion et de conservation de l'eau où le risque est partagé par toute la communauté (fogara, etc.)

Par ailleurs, nous soulignons que certaines zones à écologie fragile sont riches en sources d'eau qui, malgré l'instauration des règles sociales, font l'unanimité en matière de partage et de distribution. Les paysans n'arrivent pas à satisfaire les besoins en eau de leurs cultures, seule source de revenu pour plusieurs d'entre-eux. Ce qui nécessite une rénovation du système traditionnel d'acheminement de l'eau à la parcelle sans pour autant perturber les règles sociales déjà instaurées. D'où la nécessité d'un travail participatif, où les paysans sont des acteurs actifs. Les méthodes de partage de l'eau sont basées sur l'équité, la rigueur, la solidarité et l'entraide à travers l'organisation du tour d'eau en fonction de la taille de la parcelle, le moment d'intervention, le timing et les cultures à irriguer.

Nous soulignons que l'entretien du réseau se fait avant le début de la campagne d'irrigation sous forme de « touisa » et les moyens financiers n'ont jamais été un moyen d'accès à l'eau. La source d'eau est considérée comme un bien de la communauté, quelque soit son implantation.

Mots clés : communauté, participation, collecte, conservation, écosystème fragile, Algérie

Eau et sécurité alimentaire : équation simple à variables complexes

**Abdelmadjid Boulassel^{1,*}, Brahim Mouhouche², Moussa Lachibi¹, Naima Mellaoui¹,
Samira Troudi¹**

¹ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Centre Régional de Oued Ghir, 6017
Béjaia, Algérie

² Département Génie Rural, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Avenue Hacen Badi, El Harrach,
16200 Alger, Algérie

* E-mails : boulassel_ma@yahoo.fr, abdelmadjid.boulassel@inraa.dz

La région méditerranéenne regroupe 60% de la population mondiale «pauvre» en eau (moins de 1000 m³ d'eau par habitant et par an). L'Algérie qui fait partie de cette région ne dispose que de 500 m³ d'eau par habitant et par an (ce qui représente 50% du ratio de rareté fixé par la banque mondiale). Les ressources sont déjà surexploitées dans de nombreux endroits, et la demande croissante d'eau va rester élevée avec la croissance démographique, les méthodes d'irrigation, le développement du tourisme et de l'industrie. Le changement climatique va avoir une incidence significative sur les ressources hydriques; l'irrégularité des précipitations représente une contrainte supplémentaire. Cette situation nécessite la mise en place d'une politique de développement qui doit être axée sur:

(1) une exploitation durable des ressources hydriques dans le cadre d'une gestion intégrée de l'eau, avec la participation de tous les secteurs et groupes d'utilisateurs;

(2) l'agriculture qui est le secteur le plus utilisateur de la ressource 70 à 80%, une utilisation rationnelle et efficace est indispensable. D'ici l'an 2025, on aura besoin de mobiliser entre 15 et 20 milliards de m³ d'eau pour satisfaire nos besoins et maintenir une certaine sécurité alimentaire. Il est temps de penser à : (i) améliorer et entretenir les systèmes d'irrigation existants au lieu de construire de nouvelles infrastructures, tout en améliorant la productivité de l'eau; (ii) encourager et renforcer les capacités de groupes utilisateurs pour qu'ils soient en mesure de gérer eux-mêmes durablement la ressource hydrique; (iii) procéder à une tarification équitable; (iv) encourager la participation, l'intervention et le partage de responsabilités (services décentralisés et locaux); (v) changer le comportement vis-à-vis de l'utilisation.

Le travail que nous proposons a pour objectifs de : (a) contribuer à la compréhension des enjeux et défis qui nous attendent pour la préservation, la valorisation et l'accroissement des ressources hydriques ; (b) mettre en place une gestion rationnelle et intégrée; (c) proposer des concepts nouveaux comme palliatif au manque d'eau.

Mots clés : ressources hydriques, mobilisation, crédits eau verte, eau virtuelle, efficacité, sécurité alimentaire

Insuffisance pluviométrique et aménagement hydro-agricole dans le périmètre irrigué de Guercif (Torch), Maroc oriental

Zakia Bourazza^{*}, Janati Idrissi Abdhamid

Laboratoire Géo-Environnement et Aménagement, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sais-Fès, 30000 Fès, Maroc

^{*} E-mail: Zakia-Master@hotmail.com

Depuis les années quatre vingt du siècle dernier, la sécheresse climatique, constitue un phénomène qui n'a pas cessé de se propager progressivement au Maroc, pesant sur les ressources naturelles et l'économie nationale et régionale. Ce phénomène s'est également accentué dans les régions orientales "Guercif".

La zone de Guercif a un climat aride à semi aride, caractérisé par une instabilité et une irrégularité dans le temps du régime pluviométrique et des conditions hydriques défavorables. L'eau devient alors un facteur limitant dans le processus de développement économique et social. C'est dans ce contexte du domaine de l'aménagement hydro-agricole que l'état et les Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) se sont engagés dans une politique de mobilisation des ressources hydriques de surface et souterraines. L'accès a été mis sur des efforts importants déployés pour doter le pays d'une large infrastructure hydraulique par des méthodes modernes d'irrigation (seguias). Le but sera l'économie et la gestion des ressources en l'eau et la lutte contre les problèmes d'infiltration des eaux.

Parmi les avantages et les inconvénients d'aménagement hydraulique dans le périmètre de Guercif : la mise en eau, l'amélioration de rendement et l'emploi, l'installation de nouveaux services et nouvelle structure de l'espace ainsi la gestion des ressources en l'eau, sont autant à la fixation de population dans la zone de projet, cette situation permet de la croissance des centres existants et l'augmentation du nombre des centres urbains dans les terres irriguées, sont liées à la changement de la morphologie de la ville d'une part. Et d'autre part le fort d'utilisation de l'eau peu profonde et salée, dans une région chaude et forte évaporée provoque le problème d'accumulation de sel soluble dans les sols. Tous ces problèmes subsistent face au développement des cultures irriguées.

Mots clés : sécheresse, aménagement hydraulique, irrigation, seguias, impact

Caractérisation de la pollution des eaux domestiques du réseau jusqu'au milieu récepteur, Sebkha Safioune, Ouargla, sud-est algérien

Soraya. Bouslah *, Lahbassi Ouerdachi

Laboratoire d'Hydraulique et de Constructions Hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjjar, 23000
Annaba, Algérie

* E-mail: s.bouslah@yahoo.fr

Ce travail a pour objectif d'étudier la caractérisation et la mobilisation des polluants accumulés aux réseaux d'assainissement (Bonnard et Gardel, 2004) et de drainage durant son cheminement jusqu'au milieu récepteur en passant par une station d'épuration de type lagunage (AFNOR, 1979).

Malgré la diversité des constituants, leurs caractéristiques physico-chimiques globales (teneur totale en éléments chimiques) (Rodier, 1996) concerne l'analyse des eaux naturelles, résiduelles et l'eau de mer (Bureau d'étude Bonnard & Gardel, Suisse, 2004).

Les études de laboratoire montrent que la pollution est dégradée dans le sens de l'écoulement du réseau vers le milieu récepteur qui se trouve à 35 km au nord de Ouargla (sud-est algérien), caractérisé par une sebkha d'évaporation des eaux pluviales (Badia Gondard, 1996). Cette sebkha est déjà un exutoire naturel aux écoulements des eaux superficielles (en temps de crue) et souterraines des Oueds M'Zab et N'Sa.

Cette zone de Sebkha Safioune représente donc un exutoire possible des eaux chargées en sel de Ouargla. Il faut en outre signaler qu'une éventuelle exploitation du sel résultant de l'évaporation pourrait être envisagée sur cette zone.

Une vérification des niveaux atteints dans la Sebkha Safioune est toutefois nécessaire vis-à-vis des cultures irriguées présentes en bordure de sebkha (est) le long de la route menant à Hassi Debbiche.

Mots clés: caractérisation, drainage, Ouargla, pollution, rejets

Références

- Association Française de Normalisation (AFNOR), 1979. Recueil de normes françaises. Eaux: méthodes d'essais, 342p.
- Badia Gondard F., 1996. L'assainissement des eaux usées. Ed. La Lettre du Cadre Territorial. *Série Dossier d'Experts*, p 9-11 et 172-173.
- Bureau d'étude Bonnard & Gardel, Suisse, 2004. Etude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Mission II, *Rapport final*, 110p.
- Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. *Dunod*, 8^{ème} édition, Paris, 1393p.

Analyse et caractérisation des rejets urbains dans le bassin versant de Oued Kouba, Annaba, Algérie

Hamouda Boutaghane^{*}, Lahbassi Ouerdachi, Nawel Benouara

Laboratoire d'hydraulique et de constructions hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjjar, 23000 Annaba, Algérie

^{*} E-mail: boutaghane.hamouda@univ-annaba.org

Les rejets urbains sont constitués de l'ensemble des eaux rejetées par les installations d'épuration, par les déversoirs d'orage, ainsi que par les exutoires pluviaux. Ces rejets constituent un vecteur significatif de polluants vers les milieux aquatiques souterrains et de surface. Cela engendre des pollutions dont les conséquences constituent une menace réelle pour les écosystèmes. Une évaluation des flux polluants est nécessaire pour aider à la compréhension de leur dynamique et d'envisager des solutions pour limiter, voire arrêter, leur rejet dans les milieux aquatiques. L'origine des polluants contenus dans les rejets urbains est multiple et les concentrations en polluants sont très variables et peuvent être importantes.

Cet article aborde la caractérisation des rejets urbains dans le bassin versant Oued Kouba dans la ville d'Annaba (est Algérien). L'Oued est le principal talweg du réseau hydrographique nord de la ville de Annaba, Il rassemble les eaux d'un bassin versant mixte d'une superficie de 635 ha. Les réseaux d'assainissement aboutissaient directement à la mer.

Nous allons présenter les résultats obtenus par un suivi des paramètres de pollution en temps sec et en temps de pluie. Ce qui nous à permet : i) l'estimation des polluants, ii) l'évaluation de degré de la pollution et iii) la comparaison des résultats en temps sec et en temps de pluie.

Mots clés: rejets urbains, pollution, IPO, DBO5, DCO, Kouba

Caractérisation physico-chimiques des eaux de la nappe des Mnasra par analyse statistique multidimensionnelle, plaine du Gharb, Maroc

**Bouchra Bouya^{1,3,*}, Ali Essahlaoui¹, Joëlle Riss², Mohamed Faouzi³, Abdelhadi El Ouali¹,
Mohamed Abdelbasset Hessane³, Mohamed Benabbou³**

¹ Equipe de Recherche « Sciences de l'eau et ingénierie de l'environnement », Laboratoire de Géo-ingénierie et Environnement, Département de Géologie Faculté des Sciences, Université Moulay Ismaïl, BP 11201 Zitoune, Meknès, Maroc

² Institut d'Ingénierie et de mécanique, UMR 5125 (I2M), Université de Bordeaux, France

³ Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Dhar El Mehraz, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc

* E-mail: bouchrabouya@yahoo.fr

L'aquifère côtier des Mnasra (partie aval de l'Oued Sebou) a connu une surexploitation intense des ressources hydriques avec une augmentation des prélèvements et, par conséquent, une dégradation importante de la qualité des eaux souterraines qui a rompu l'équilibre existant. Les besoins en eau de bonne qualité y sont alors très élevés et ont tendance à s'accroître très vite au cours des prochaines années.

La nappe des Mnasra, zone d'étude, est essentiellement constituée d'un substratum imperméable représenté par une épaisse série de marnes bleues d'âge miocène supérieur surmontée par une série des dépôts hétérogènes (argiles, grès, sables, limons, marnes) du Pliocène, Villafranchien et du Quaternaire (Aberkan, 1989; Cirac, 1985).

L'évaluation qualitative des ressources en eau d'un système aquifère exige la connaissance préalable de ses caractéristiques géométriques et hydrodynamiques (Kili et al., 2006). L'analyse de la chimie des eaux constitue un complément indispensable à l'étude hydrogéologique des nappes et à la gestion des ressources en eau. Elle permet d'apporter de nombreuses informations sur le milieu aquifère, la nature de l'encaissant, les zones d'alimentation et de circulation, la potabilité des eaux, etc.

Dans le but de reconnaître les caractéristiques chimiques des eaux souterraines, une analyse statistique des données hydrochimiques a été réalisée. Cette analyse est suivie par une étude statistique multidimensionnelle : analyse en composantes principales (ACP) et par une classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'ACP a permis de déterminer les nouveaux axes principaux (F1, F2 et F3) ainsi que les éléments chimiques et les principaux individus qui les définissent. Ces trois axes absorbent plus de 85% de la variance totale. Ainsi, ils permettent à eux seuls d'expliquer le maximum des hétérogénéités chimiques observés. Quant à la CHA, elle a permis de déterminer les classes d'individus homogènes, dans lesquelles l'inertie intra-classe est faible.

L'étude statistique, basée sur les ACP et sur la CHA des données hydrochimiques, est un outil permettant de comparer simultanément tous les éléments analysés entre eux et de quantifier les relations qui les lient.

Mots clés : Mnasra, ressources en eau, hydrochimie, statistique, ACP, CHA

Références

- Aberkan, M., 1989. Etude des formations quaternaires des marges du bassin du Gharb (Maroc nord occidental). *Thèse ès Sciences*, Université de Bordeaux I, France, 290p.
- Cirac, P., 1985. Le bassin sud-rifain occidental au Néogène supérieur. Evolution de la dynamique sédimentaire et de la paléogéographie au cours d'une phase de comblement. *Thèse d'état ès Sciences*, Université de Bordeaux I, France, 283p.
- Kili M., El Mansouri B.; Chao, J., Ait Fora, A., 2006. De nouveaux éléments structuraux du complexe aquifère profond du bassin du Rharb (Maroc) : implications hydrogéologiques. *C.R..Geoscience*, 338, 1194-1202.

Evaluation de la qualité des eaux souterraines des régions de Sétif (nord Algérie) et de Hassi Messaoud (sud Algérie)

Abdelouhab Bouzidi ^{*}, Soumia Blilita, Kamelia Bessam, Nadia Mahdeb

Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

^{*} E-mail : Bouzidiab@yahoo.fr

La pénurie d'eau potable a pris des dimensions inquiétantes qui mobilisent tous les pays. Elle est réelle et touche déjà certaines régions de notre planète avec des conséquences socio-économiques. En Algérie, la principale source de satisfaction de la demande en eau, c'est l'eau souterraine, du fait que son exploitation est relativement facile. La caractérisation et le diagnostic de la qualité d'une souterraine passe toujours par des prélèvements réguliers d'échantillons aux endroits de captage (puits, sources, châteaux). Pour évaluer la qualité de l'eau potable de quelques forages de la région du nord (Sétif) et la région du sud (Hassi Messaoud), des analyses physico-chimiques ont été effectuées.

Pour la région du nord (Sétif), les analyses ont montré que le pH est proche de la neutralité, variant entre 6.74 et 7.165, la conductivité varie de 872.5 à 1921 μ S/cm. La température varie de 19,5 à 21,75°C, les TDS varient de 0,35 à 963,5mg/L et la salinité de 0,35à 0,85%. La turbidité se trouve entre 0,228 et 0,654 NTU, la dureté varie de 37,5 à 62,4°F. Les chlorures varient de 110,3 à 218,65 mg/L et les TAC de 142 à 298 mg/L. Les valeurs des nitrites, des nitrates, des sulfates et des phosphates varient respectivement de 0,006 à 0, 2425 mg/L, 58 à 101 mg/L, 32,5 à 92,25 mg/L et 0,02 à 0,035 mg/L. Les valeurs de l'ammonium et de la matière organique sont respectivement de 0,094 à 0,115 mg/L et 1,152 à 1,836 mg/L. Les ions sodium et potassium varient respectivement de 24,45 à 124,1 mg/L et 2,85 à 13,05 mg/L.

Pour la région du sud (Hassi Messaoud), les résultats physico-chimiques enregistrés ont montré que le pH est aussi proche de la neutralité, il varie de 7,34 à 7,7. La conductivité varie de 1594 à 3781 μ s/cm, la température varie de 32,7 à 34,7°C. Les TDS varient de 794,5 à 1474 mg/L. La salinité, la dureté, les chlorures et les TAC varient respectivement de 0,1505 à 0,498 % ; 902 à 1282°F ; 190,435 à 283,23 mg/L. les valeurs des nitrites, nitrates, les phosphates et les sulfates varient respectivement de 0,015 à 0,0325 mg/L ; 58 à 78,5mg/L; 0,1455 à 0,315 mg/L et 367,5 à 853,5 mg/L. La matière organique varie de 0,72 à 1,188 mg/L. L'ammonium varie de 0,2325 à 0,456 mg/L. Les ions sodium et potassium varient respectivement de 164,345 à 213,76 mg/L et 8,76 à 12,95 mg/L. Bien que les eaux souterraines soient moins exposées aux pollutions, il arrive que certains paramètres de ces eaux liés à la nature de la géologie du sol dépassent les normes. Des traitements de ces eaux de forage doivent être effectués soit par dilution avec d'autres eaux répondants aux normes, soit les traiter au niveau des stations d'épuration. Une surveillance s'impose afin d'assurer une bonne qualité des eaux de forage, surtout avec la situation actuelle de l'eau en Algérie. La pollution des eaux peut engendrer à long terme des conséquences graves sur la santé humaine, l'hygiène publique et même sur l'environnement.

Mots clés : eau, qualité, Sétif, Hassi Messaoud

Evaluation des unités industrielles et de la ville de El-Eulma sur Oued El Mellah, Wilaya de Sétif, est Algérie

Abdelouahab Bouzidi *, Halak Nidal, Samia Abdelali, Nadia Mahdeb

Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

* E-mail : Bouzidiab@yahoo.fr

Pour évaluer le degré de la pollution de l'Oued Mellah liée essentiellement aux rejets des eaux résiduaires industrielles de l'unité de "Trefisoud", d'autres unités industrielles et de la ville d'El-Eulma, des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les eaux et les boues suivies par des analyses bactériologiques et de quelques métaux.

Cinq échantillons ont été prélevés à partir de quatre station (2 au sein de l'entreprise "Trefisoud", 3 à Oued El Mellah). Les méthodes d'analyses colorimétriques pour les paramètres de routine sont la spectrométrie de fluorescence X et l'absorption atomique pour les métaux.

Les résultats obtenus montrent un pH légèrement acide surtout dans la station 2 (5,5), probablement lié à l'acidité du milieu eaux de rejets traitées par la chaux. Les concentrations très élevées de matière en suspension (MES), titre hydrométrique ou dureté (TH), Mg^{++} et Ca^{++} sont dues au rejet d'autres effluents urbains et industriels de la ville d'El Eulma. Pour les analyses bactériologiques, nous avons trouvé une forte pollution, due à la présence des bactéries pathogènes, colibacilles, streptocoques fécaux et coliformes.

Pour compléter nos résultats, nous avons fait quelques analyses pour rechercher des métaux à cause des différents rejets ; le plomb a enregistré la concentration la plus élevée (0,88 mg/L), des traces de cadmium, zinc et cuivre ont aussi été détectées.

Les analyses des boues ont montré des taux très élevés de SO_3 et Fe_2O_3 dans B1 (station 1) à cause de l'utilisation de l'acide sulfurique, augmentation de CaO dans B2 et B3 (stations 2 et 3) due au lait de chaux. Donc on peut dire que la boue est à taux de sulfate de fer et calcium bas. Afin d'améliorer la qualité de l'eau de Oued El Mellah, il faut que chaque unité traite ses rejets en utilisant des techniques et des méthodes efficaces, pas seulement la neutralisation du pH des eaux rejetées, pour minimiser les rejets et sauvegarder notre écosystème.

Mots clés : eau, Oued El Mellah, pollution, rejets industriels

Evaluation des ressources en eaux souterraines exploitables dans la région de Guelma, Algérie

Salah Chaab^{*}, Nabil Brahmia, Bachir Saaidia, Kaddour Benmarce

Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar Annaba, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

^{*} E-mail:shchaab@yahoo.fr

La région de Guelma, comme toutes les régions d'Algérie, est confrontée aux problèmes d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation. Le manque d'eau s'est fait fortement sentir ces dernières années à cause d'une demande en eau toujours plus importante. Cette forte demande est due à l'accroissement démographique, au développement de petites et moyennes entreprises et à l'irrigation des terres agricoles, la région étant également à vocation agricole. Les autorités ont investi et réalisé beaucoup d'infrastructures (barrages, retenues collinaires, etc.), d'une part, pour mobiliser les ressources en eaux de surface et souterraines (forages et puits domestiques) et, d'autre part, pour limiter la pollution par l'installation d'une station de traitement des eaux usées afin de les réutiliser éventuellement pour l'agriculture.

La plaine de Guelma se situe dans le sous-bassin versant de la moyenne Seybouse qui s'étend sur une superficie de 771 km². Elle correspond à la partie centrale du grand bassin versant de l'Oued Seybouse au nord-est de l'Algérie, dont la superficie est de 6500 km² (ABH, 2002). Elle est limitée par les monts de la Mahouna, Bardou et Nador N'Bails du SW au SE et du NW au NE par les Djebels Debbar et Houara, représentant la chaîne numidienne.

Le climat de la région est méditerranéen, doux avec de faibles variations journalières et annuelles des facteurs climatologiques. Les valeurs moyennes annuelles sont de 17°C pour la température, 47 % pour l'humidité relative, et 654 mm pour les précipitations (ONM, 2008). L'évapotranspiration réelle moyenne annuelle calculée par la méthode de Turc est de 400 mm. L'équation du bilan hydrologique donne une valeur moyenne pluriannuelle de la composante de l'écoulement (comprenant le ruissellement et l'infiltration) de 254 mm. Comme les pentes sont importantes et le sol le plus souvent semi-imperméable, l'infiltration est réduite et ne dépasse guère les 10%.

Le réseau hydrographique comprend l'Oued Seybouse et ses confluent (Zimba, Meklouka, Maïz, Boussorra, Halia et Breda). Le régime d'écoulement de l'Oued Seybouse se caractérise par des crues hivernales et des écoulements très faibles en été. A cette période certains petits Oueds deviennent secs. Le débit moyen annuel de l'Oued Seybouse, mesuré aux stations de Medjez Amar I et II, était de 6,71 m³/s, avant qu'il ne soit régulé en partie par le barrage de l'Oued Bouhamdane.

La région de Guelma est constituée de formations sédimentaires allant du Trias au Quaternaire. Le fond du bassin est rempli par les alluvions plio-quaternaires qui forment des terrasses (Vila et al., 1968 ; Vila, 1980). Ce remplissage renferme les aquifères de l'ancienne et de l'actuelle terrasse de la vallée de l'Oued Seybouse.

Les besoins en eau sont formulés pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation des terres agricoles et l'alimentation en eau pour les différentes unités industrielles (Valiron, 1989; 1990):

(i) en référence à la population de la ville de Guelma et de ses communes environnantes qui avoisine les 280000 habitants et sachant que la dotation est de 150 l/j/hab, les besoins pour l'AEP sont estimés à 15,33 hm³/an;

(ii) les terres irrigables sont évaluées à 5074 ha et la dotation, pour les zones sub-telliennes telles que la région de Guelma, est de l'ordre de 12 m³/j/ha en moyenne; ce qui donne un volume de 22,22 hm³/an pour les besoins en eau d'irrigation;

(iii) les besoins en eau pour les différentes unités industrielles sont de l'ordre de 1,09 hm³/an ;

Ainsi les besoins en eau pour les différents secteurs sont de 38,65 hm³/an.

La mobilisation des ressources en eaux repose sur les eaux de surface (barrages, retenues collinaire, Oueds, etc.) et les eaux souterraines des nappes aquifères de la plaine de Guelma (forages, puits domestiques et sources).

L'AEP s'appuie sur les eaux de surfaces traitées du barrage de Bouhamdane qui sont de l'ordre 14,08 hm³/an et sur les eaux souterraines provenant des forages 7,92 hm³/an, 2,7 hm³/an des sources et 1,85 hm³/an des puits (DHW, 2011).

Les eaux pour l'irrigation des terres et l'élevage proviennent, pour une grande part, du barrage du Bouhamdane avec 13,65 hm³/an, des retenues collinaires avec 0,213 m³/j et de l'Oued Seybouse avec 16,3 hm³/an. La station de traitement des eaux usées de la ville de Guelma a été mise en exploitation en 2008 et permet la réutilisation des eaux pour l'agriculture.

Il faut noter que la retenue créée par le barrage a une capacité totale de 220 hm³ et permet une régularisation annuelle de 55 hm³ à 60 hm³. Le barrage procède à des lâchers pour maintenir un débit en aval de l'Oued Seybouse et les eaux traitées sont destinées également à couvrir les besoins d'autres zones éloignées de la plaine de Guelma.

Les différentes unités industrielles sont alimentées essentiellement par des forages, implantés dans la nappe aquifère de Guelma avec un débit de 1,08 hm³/an.

Comme nous pouvons le constater sur le terrain et par les chiffres que les volumes d'eau mobilisés sont importants et couvrent les besoins en eaux potable 26,55 hm³/an et d'irrigation 30,16 hm³/an, alors que l'alimentation en eau pour l'industrie est presque satisfaite avec 1,08 hm³/an.

La mobilisation des ressources en eau devrait être plus importante lors de la mise en exploitation du barrage sur l'Oued Charef.

Sur le plan qualitatif, les eaux souterraines sont dans les normes de potabilité avec un faciès dominant chloruré sodique. L'observation du diagramme de Richards montre que tous les points de prélèvement au niveau de l'Oued Seybouse et de ses affluents appartiennent à la troisième classe C₃S₂ qui correspond aux eaux convenant à l'irrigation des cultures tolérantes aux sels sur sols bien drainés.

Références

Agence des Bassins Hydrographiques (ABH) Contantinois-Seybouse-Mellègue, 2002. *Les Cahiers de l'Agence*, 7, 32p.

Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Guelma (DHW), 2011. Inventaire des points d'eau. *Rapport interne*, 38p.

- Office National de la Météorologie (ONM) (2008) : données climatologiques – station de Guelma. *Rapport interne*, 42p.
- Valiron F., 1989. Gestion des eaux. Alimentation en eau, assainissement. *Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, 2, 505p.
- Valiron F., 1990. Gestion des eaux, principes, moyens, structures. *Presses Ecole Nationale Ponts Chaussées*, 1, 348p.
- Vila J.M., 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse de Doctorat ès sciences naturelles*, Paris, 665p.
- Vila J.M., Busnardo R., Devries A., Magne J., Sigal J., 1968. Données stratigraphiques sur la série renversée et charriée du Djebel Bousbaa et étude de son cadre structural (région de Guelma, constantinois, Algérie). *B.S.G. Paris, France*, (7), X, 206-212.

Caractérisation des aquifères karstiques en zone aride et semi-aride, sous contexte de forte hétérogénéité structurale dans la région des Ziban

Nabil Chabour *

Laboratoire Hydrogéologie et Environnement, Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

* E-mail: nabilchabour@gmail.com

La région des Ziban représente une zone de transition entre la plateforme saharienne et le domaine alpin au nord. Le passage du domaine atlasique au domaine saharien, se faisant brusquement à travers des limites tectoniques matérialisées par la faille de Biskra (limite nord-ouest des Aurès) et la flexure sud atlasique, est caractérisé par une forte hétérogénéité structurale et hydrogéologique. Les principaux aquifères carbonatés sont compartimentés en blocs hydrogéologiques plus ou moins interconnectés. La partie méridionale est la zone de transfert latéral des eaux en provenance de l'Atlas saharien - Aurès vers les aquifères du Bas Sahara. Les aires de recharge (infiltrations contemporaines) se situent dans les reliefs des massifs aurésiens où s'observent les importantes formes karstiques. L'étude de ces hydrosystèmes karstiques en zone arides et semi arides sont difficilement abordables par des études classiques, du fait de la complexité structurale et tectonique des formations et de la faible recharge (la région se situant à la limite de l'isohyète 100). Sous l'importante couverture néogène, la structure du karst des formations sénono-éocènes et de ce fait le transfert des masses d'eau est en étroite relation avec le type d'organisation de familles des fractures.

Mots clés : les Ziban, aquifères karstiques, recharge, zone aride, tectonique

Spatio-temporal variation of the physico-chemical parameters of the waters of Yacoub El Mansour reservoir, Morocco

Ahlam Chakir^{*}, Aicha saadi

Laboratoire d'Hydrobiologie, écotoxicologie et assainissement (FSSM), Université Cadi Ayyad, BP 2390, 40000
Marrakech, Maroc

^{*} E-mail: ahlam_iame@yahoo.fr

The present study conducted during the year 2012 deals with physical and chemical characteristics of Yacoub El Mansour reservoir, located in the Province of El Haouz, on the Oued N'fis, 65 km south of Marrakech, at about 20 km upstream of the Takerkoust reservoir. With a capacity of 70.10^6 m^3 , the Yacoub El Mansour reservoir in concrete compacted by roller (CCR) will increase the volume of regulated Oued N'fis inputs 68 to $85.10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ (Agence du Bassin Hydraulique de Tenssift, 2011).

A spatio-temporal study of physico-chemical quality of water retention of Yacoub El Mansour (transparency, temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, suspended solids, total phosphorus, orthophosphate, nitrites, nitrates and ammonium) was performed according to a monthly sampling.

The Sampling was taken from a station "dam" at different depths: 0 (area of lake reservoir), -1, -2.5, -5, -10, -15, -19.5 m (from the bottom), using a Van Dorn bottle and from an onshore station located at the input of the dam on the N'Fis river.

Water temperature ranges between 12.5°C in January and 20.5°C in March. A minimum transparency of 2 cm was recorded while the maximum was 3 cm. Dissolved oxygen, pH, total phosphorus, orthophosphate, nitrates range between 5.5 mg/L and 9.48 mg/L, 7 and 8.28, 0.132 mg/L and 0.594 mg/L, 0.00132 and 0.487mg/L, and 0.127 mg/L and 0.74 mg/L respectively., whereas the mean values of nitrates and ammonium are 0.23 mg/L and 0.04 mg/L, respectively. According to these results, we may consider the Yacoub El Mansour reservoir as an eutrophic lake.

Keywords: variation, physico-chemical parameters, reservoir

Effets d'échelle dans le fonctionnement hydrologique des bassins versants de Merguellil et de Skhira : exploration à l'aide d'une modélisation à base géomorphologique

Sameh Chargui^{1,*}, Christophe Cudennec^{2,3}, Mohamed Slimani¹

¹ Laboratoire STE, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 1082 Tunis, Tunisia

² Agrocampus Ouest, UMR1069, Soil Agro and hydroSystem, 35000 Rennes, France

³ INRA, UMR1069, Soil Agro and hydroSystem, 35000 Rennes, France

* E-mail: Chargui_sameh@yahoo.fr

Les effets d'échelle constituent un problème fondamental en hydrologie. Cela est particulièrement vrai en milieu semi-aride, où les effets de la variabilité spatio-temporelle des afflux pluviométriques et des processus hydrologiques sont majeurs. Nous avons l'objectif de progresser dans l'appréhension et la prise en compte de ces effets en contexte semi-aride, avec une modélisation hydrologique pluie-débit à base géomorphologique. Nous étudions pour cela le cas de deux bassins versants emboîtés du centre tunisien, Merguellil (1175 km²) et Skhira (192 km²). Les simulations pluie-débits montrent deux types de réponses, les différences observées étant essentiellement liées à la dynamique des événements pluvieux.

Mots clés : contexte semi-aride, Merguellil et Skhira, effet d'échelle, modélisation à base géomorphologique

Caractérisation hydrochimique des eaux souterraines dans les zones arides : cas de l'aquifère du grès carbonifère de Kenadsa, sud-ouest algérien.

Lynda Chebbah^{1,*}, Abderrahman Boudoukha², Abdessalem Kabour¹, Abdelhak Maazouzi¹

¹ Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar, BP417, 8000 Béchar, Algérie

² Département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: cheblyn@yahoo.fr

Les ressources en eau sont un facteur clé, en particulier pour la planification du développement régional durable, l'évolution socio-économique, et l'agriculture. L'aquifère du grès carbonifère est une unité hydro-stratigraphique exploitée dans la région de Kenadsa, au sud-ouest de l'Algérie. Cette zone a reçu plus d'attention depuis 1920, à la découverte des gisements de charbon, minerais qui ont contribué à la prospérité de la situation économique, à l'époque. La population de la région, ainsi que la demande en eau souterraine, ont augmenté depuis le nouveau programme de développement de l'agriculture dans cette région.

Les eaux souterraines de l'aquifère du grès carbonifère de Kenadsa présentent une qualité mauvaise à médiocre (comparaison avec les normes OMS). L'utilisation de ces eaux est convenable à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes aux sels, sur des terrains bien drainés et bien lessivés.

Une étude hydrochimique a été menée dans cet aquifère pour suivre l'évolution de la qualité de ses eaux souterraines, identifier les faciès chimiques, ainsi que la relation entre les différents ions. Les paramètres physico-chimiques de l'eau souterraine, y compris le pH, la conductivité électrique, le sodium, potassium, calcium, magnésium, chlorure, bicarbonate, sulfate, nitrate, et les matières en suspension, ont été analysés en février 2009 sur 11 Puits, 5 forages et 6 sources. Les eaux souterraines dans cet aquifère sont à dominance de faciès chloruré sodique (90%). Ce qui permet de dire que leur minéralisation est liée aux ions Cl^- et Na^{2+} , sous l'effet de plusieurs paramètres, dont la dissolution des évaporites existantes dans la zone d'étude, l'évapotranspiration (zone hyper aride), l'irrigation et le recyclage (par l'eau d'irrigation) des matériaux superficiels salifères.

La salinité paraît avec des valeurs qui dépassent nettement les normes de la consommation humaine et varie entre 1.5 g/L et 7.9 g/L. Elle peut être expliquée par le lessivage des formations salifères qui se trouvent au nord de la région d'étude.

Mots clés : Kenadsa, hydrochimie, région aride, salinité.

Optimisation de la gestion de la ressource en eau par l'utilisation des algorithmes génétiques : cas du barrage de la Cheffia, Algérie

Fatma Zohra Chekired-Bouras ^{1,*}, Nouredine Dechemi ²

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, Avenue Hacène Badi, BP 182, El Harrach, 16200 Alger, Algérie

² Ecole Nationale Polytechnique, Avenue Hacène Badi, BP 182, El Harrach, 16200 Alger, Algérie

* E-mail: bourasfatmazohra@yahoo.fr

L'eau joue un rôle crucial dans le développement économique des pays et dans la survie des écosystèmes naturels. Les pénuries des ressources en eau s'accroissent de plus en plus dans plusieurs régions du monde et notamment en Afrique du Nord. L'augmentation de la demande en eau accroît les situations de surexploitation de la ressource en eau, ce qui place sa gestion au centre des préoccupations actuelles et lui confère une attention particulière dans le monde de la recherche.

L'importance que jouent les réservoirs dans la gestion de la ressource en eau n'est plus à démontrer. Les deux années de sécheresse vécues à Annaba, en 1989-1990, et 2001-2002 (années hydrologiques) que l'on pourrait qualifier de catastrophiques nous ont poussé à nous pencher sur la question de la gestion du barrage de la Cheffia, conçu pour alimenter la dite wilaya. Les volumes ayant atteint le volume mort pour la première année, et le volume minimal pour la seconde rendent le problème crucial, et l'on comprend facilement la nécessité de prévenir d'autres cas critiques qui pourraient survenir dans le futur si on ne corrigerait pas la situation. Actuellement, l'optimisation se trouve être utilisée dans tous les systèmes susceptibles d'être décrits par un modèle mathématique. Il existe plusieurs méthodes d'optimisation parmi lesquelles les algorithmes génétiques qui ont prouvé leurs performances en les comparant avec les méthodes classiques comme la programmation linéaire, la programmation non linéaire et la programmation dynamique.

Plusieurs travaux de recherche ont traité l'optimisation de la gestion de la ressource en eau en utilisant les algorithmes génétiques. Chang et al. (2006) ont appliqué ces algorithmes pour l'interpolation et l'estimation des données manquantes des précipitations. Hashemi et al. (2008) ont optimisé la gestion en eau de deux réservoirs (Green de Kentucky aux Etats Unies et Jiroft en Iran) en utilisant un algorithme génétique. Chang et al. (2009) ont utilisé l'algorithme génétique pour optimiser un système multi-réservoirs afin d'évaluer les stratégies communes de gestion optimale et augmenter l'efficacité de l'utilisation de la ressource en eau. Kuo et al. (2010) ont utilisé un modèle de réseau de neurones calibré par un algorithme génétique (d'ANN-GA) pour prévoir l'écoulement fluvial de deux bassins de Taiwan. Ils ont jugé utile que cette méthode est très efficace pour la planification et la gestion saisonnières des ressources en eau pour ces deux bassins. Chang et al. (2011) ont développé un modèle de planification et de gestion conjointe de la ressource en eau au niveau régional. Le modèle intègre la programmation linéaire et un algorithme génétique à objectifs multiples.

L'objectif principal de ce travail consiste en une contribution à l'allocation optimale de la ressource en eau du barrage de la Cheffia. Pour ce faire, il était d'abord nécessaire de comprendre la gestion du passé et du présent du barrage, de critiquer la totalité des paramètres recueillis, et par la suite développer un modèle d'optimisation de la gestion de l'eau de ce barrage en utilisant un algorithme

génétique simple.

Le site de la Cheffia se trouve sur l'Oued Bounamoussa situé à 50 km au Sud Est de Annaba, dont le bassin de la Mefragh couvre une superficie de 2600 km² environ, longeant une côte de 70 Km.

La méthodologie de travail s'appuie sur les points suivants :

(i) Analyse de la gestion de l'expert qui est une gestion améliorée de la gestion historique. Elle permet de se rapprocher le plus possible des lâchers optima. C'est en réalité une forme de l'expert d'amélioration ou d'optimisation de la gestion. Pour effectuer cette simulation, une automatisation de l'équation de continuité a été faite.

(ii) Comparaison des gestions historique et expert qui est une critique de chaque gestion. Elle se fera en termes de probabilité d'apparition des dotations, dont les bornes ont été choisies de manière aléatoire. Chaque intervalle représente une qualité de satisfaction : Bonne, moyenne et faible.

(iii) Optimisation de la gestion historique par les algorithmes génétiques qui repose sur l'optimisation de la gestion du barrage de la Cheffia par la méthode des algorithmes génétiques. Pour ce faire, nous avons élaboré un programme sous Matlab, reproduisant les opérateurs des algorithmes génétiques. L'algorithme a été appliqué sur les 40 années de l'historique afin d'obtenir les lâchers optima pour les trois secteurs cumulés et les allocations optimales pour chaque secteur. En considérant les données de la consommation totale obtenue par les algorithmes génétiques, nous avons élaboré sous Matlab un modèle de réseaux de neurones et l'avons inséré dans celui des algorithmes génétiques. Les dotations de chaque secteur sont ainsi obtenues.

Les résultats obtenus ont été analysés et des tests de gestion sont entrepris sur la décade 2000- 2010. Cette période a été divisée en deux : la première période commence en septembre 2000 et se termine en août 2005, la seconde commence en septembre 2005 et se termine en août 2010.

Ces tests consistent à gérer, de différentes manières, ces deux périodes. Ainsi, l'algorithme pourra donner une gestion sur plusieurs années à la fois, ou année par année, pour une même période. Toutes ces gestions ne seront comparées entre elles qu'en termes de taux de satisfactions annuels et global. La meilleure gestion sera celle ayant le taux de satisfaction global le plus important, mais avec des taux de satisfactions annuels bien répartis. Aussi, faudrait-il que cette gestion évite au maximum la défaillance. A l'issue des différents essais effectués plusieurs gestions peuvent résulter.

Références

- Chang, C.L., Lo S.L., Yu, S.L., 2006. Discussion on applying fuzzy theory and genetic algorithm to interpolate precipitation. *Journal of Hydrology*, 331, 360-363.
- Chang, F.J., Wang, K.W., Chang, L.C., 2011. Multi-tier interactive genetic algorithms for the optimization of long-term reservoir operation. *Advances in Water Resources*, 1343-1351.
- Chang, F.J., Chen, Y.H., 2009. Evolutionary artificial neural networks for hydrological systems forecasting. *Journal of Hydrology*, 367, 125-137.
- Hashemi, M.S., Barani, G.A., Ebrahimi H., 2008. Optimization of reservoir operation by Genetic Algorithm considering inflow probabilities (Case studies: The Jiroft Dam Reservoir). *Journal of Applied Sciences*, 8 (11), 2173-2177.
- Kuo, C.C., Gan, T.Y., Yu, P.S., 2010. Seasonal streamflow prediction by a combined climate-hydrologic system for river basins of Taiwan. *Journal of Hydrology*, 387, 292-303.

Réponse du pommier (Gala) à l'irrigation déficitaire régulée appliquée durant la deuxième période de croissance du fruit

Azzeddine Chenafi ^{1,2,*}, Philippe Monney ², Danilo Christen ², Abderrahmane Boudoukha ³, Christoph Carlen ²

¹ Laboratoire de recherche hydraulique appliquée et environnement, Faculté de la Technologie Université A. Mira, route de Targa-Ouzzemour, 6000 Béjaia, Algérie

² Agroscope ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey, Suisse

³ Département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: achenafi@gmail.com

Cette étude examine l'effet de l'irrigation déficitaire régulée sur le rendement du pommier de la variété (Gala) en plein champ, l'expérience s'est déroulée en Suisse en 2010. Le régime d'irrigation consiste en quatre traitements: T1, non irrigué durant les trois périodes de croissance du fruit (PCF I, II et III); T2, irrigation de confort durant PCF I, II et III; T3, irrigation de confort durant PCF I et III et non irrigué en PCF II; T4, irrigation déficitaire régulée (IDR) appliquée durant PCF II et irrigation de confort en PCF I et III. Le traitement le plus sévère possède les rendements les plus faibles avec 17 kg/arbre comparativement aux autres traitements, le traitement sévère appliqué à T3 a provoqué aussi des rendements faibles par comparaison à T2 et T4. En revanche aucune différence significative n'a été observée entre le régime de confort et l'IDR, ce qui montre que l'application de l'irrigation déficitaire régulée pendant PCF II appliquée au pommier peut être considérée comme une stratégie utile dans les zones où les ressources en eau sont limitées.

Mots clés: potentiel de base, statut hydrique de la plante, teneur en eau du sol, aquapro, pommier

Comparaison de la simulation en continue et la simulation événementielle de la transformation pluie-débit

Hichem Cherad^{*}, Lahbassi Ouerdachi

Laboratoire d'hydraulique et de constructions hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

^{*} E-mail: hichem_hyd@yahoo.fr

Les développements du système pour la simulation en continue de l'écoulement fluvial sont tracés à partir d'un système manuel depuis le 20^{ème} siècle. L'étude des crues exceptionnelles peut éviter des pertes énormes en vies humaines et matériels d'où l'utilité de l'estimation des crues pour les ouvrages hydrauliques. Par conséquent, l'absence de ces données nous pousse à utiliser des modèles qui sont basés sur la simulation événementielle. Seules quelques études utilisent des modèles basés sur la simulation continue. En revanche il y a quelques études importantes qui nous comparent les différents modèles de simulation continue pluie-débit à pas de temps journalier. Pour notre étude nous avons choisi la simulation du modèle à pas de temps journalier en continue pour étudier le comportement du bassin versant pendant les périodes sèche et humide durant les quatre saisons. Nous avons choisi le bassin du Kebir-Rhumel de l'Oued Rhumel dans la région est de l'Algérie. Les premiers résultats de comparaison entre les différents modèles utilisés (GR4J, ABC, HEC-HMS) montrent que cette approche peut nous permettre de choisir le modèle le plus acceptable pour étudier le comportement d'un bassin non jaugé.

Nous déduisons qu'un modèle basé sur la simulation continue représente mieux le comportement d'un bassin que le modèle événementielle, car les résultats obtenus des débits simulés par le modèle GR4J sont plus raisonnables et comparables pour les autres modèles.

Mots clé : modélisation hydrologique, modèles pluie-débit, simulation en continue, crue, bassin versant de Kebir-Rhumel

Simulation des crues par le modèle génie rural GR4J. Application au bassin versant de l'Isser, affluent du bassin de la Tafna

Khadidja Cherki *

Département d'Hydraulique, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

* E-mail : Khadidja_cherki@yahoo.fr

Il est irréfutable que le monde témoigne un changement climatique, déjà argumenté par plusieurs travaux portant sur l'évolution du climat au cours des siècles. Le document technique du GIEC reste une référence de base pour comprendre les causes et les conséquences de ce changement climatique. Une des conséquences de ce dernier est la hausse de l'intensité et de la fréquence des crues, entraînant des crues éclair et des inondations en milieu urbain.

Le phénomène de crue qui reste l'événement le plus dévastateur dans bon nombre de pays dans le monde, l'est aussi pour les régions arides et semi arides, d'où l'intérêt de comprendre ce phénomène, le prévenir et par suite le gérer. Suite aux diverses expériences acquises dans le monde en essayant de se protéger contre les crues par les méthodes classiques connues, il y a une tendance vers la modélisation hydrologique pour cerner le problème avec un maximum de précision.

Parmi les modèles qui ont été développés dans ce sens, les modèles GR (Génie Rural) du Cemagref qui font partie des modèles hydrologiques pluies-débits. Ces modèles ont un développement empirique et un fonctionnement en mode global. Le modèle GR4J (Génie Rural à 4 paramètres Journalier) a fait l'objet de l'application dans cet écrit pour simuler les crues enregistrées au niveau de la station de Sidi Aissa (code ANRH: 160614) du bassin versant de l'Isser, affluent du bassin de la Tafna.

Les données pluviométriques et débitométriques instantanées de la période allant de Septembre 1988 à Août 2003 dénombrent dix (10) crues significatives et sont réparties majoritairement au printemps et en automne.

Les résultats obtenus sont très satisfaisants, le modèle GR4J a reproduit convenablement les hydrogrammes de crues enregistrées avec un critère de NASH dépassant les 80% pour la majeure partie des crues.

Mots clés : crues, simulation, modèle, GR4J, hydrogramme

Performance de l'hybridation des algorithmes de l'intelligence artificielle aux transformées en ondelettes et à la logique floue dans la prévision des débits extrêmes

Mohamed Chettih^{*}, Moussaab Zakhrouf

Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Université Amar Telidji, Laghouat, Algérie

^{*} E-mail : m_chettih@yahoo.fr

Les modèles classiques de simulation pluie-débits fondés en général sur des lois de comportement linéaires et stationnaires ne peuvent rendre compte de la complexité du fonctionnement de ces systèmes. La complexité des régimes hydrologiques requiert à recourir souvent à des outils spécifiques des systèmes dynamiques non-linéaires.

A ce titre, nous proposons dans cette note des modèles hybrides neuro-ondelettes et neuro-flous pour la prédiction du débit d'un bassin saharien situé en zone aride d'Algérie.

Dans le premier modèle, les séries de pluies et de débits sont décomposées en une succession d'approximations et de détails à l'aide de la transformée en ondelettes discrète et utilisées comme entrées dans un modèle à réseaux de neurones artificiels. Ce type de modèle intègre les informations obtenues par l'analyse en ondelettes dans un modèle représentant un excellent outil de modélisation non-linéaire par apprentissage.

Le deuxième modèle correspond à un système à inférences floues à réseaux de neurones adaptatifs. Le système à inférence neuro-flou peut être considéré comme un réseau de neurones non bouclé pour lequel chaque couche est un composant d'un système neuro-flou.

Les résultats obtenus sont très encourageants, et peuvent être améliorés si on optimise simultanément par algorithme génétique les fonctions d'appartenance et les conclusions des règles floues.

Mots clés : neuro-ondelettes, neuro-flou, pluie-débit, prévision, zones arides

Gestion, protection, planification des ressources en eau: intégration, modélisation et applications

Thibaut Constant^{1,*}, **Abdeljalil Lioeddine**^{1,*}, **Séverine Charrière**^{1,*}, **Yves Emsellem**^{2,*}

¹ Invivo-AgroSolutions, Direction Agriculture Durable et Développement, 83 avenue de la Grand Armée, 75782 Paris, France

² Watermodel, 33 Bd Foch, 6600 Antibes, France

* E-mails: tconstant@invivo-group.com, alioeddine@invivo-group.com, scharriere@invivo-group.com, yves.emsellem@watermodel.net, yves@emsellem.fr

Les eaux souterraines et les eaux de surface, reliées par la frange non saturée du sol, sont indissociables dès qu'il s'agit de bien gérer la ressource en eau, la protéger en quantité et qualité et planifier son utilisation.

Trois contextes différents sur ces thèmes, Los Angeles, le Bassin d'Alimentation du Captage de Dormelles (France) et l'ensemble du Sénégal ont été modélisés avec Watermodel, outil de modélisation hydrogéologique multi-couches intégré disposant d'un SIG géoréférencé et d'un mailleur Quadtree.

Gestion : Los Angeles est située sur un grand bassin sableux, faillé, bordé par l'Océan. L'aquifère profond Silverado est envahi par l'eau salée marine. La pluviométrie est de l'ordre de 300 mm/an. La ville est alimentée par des forages protégés par une barrière de forages d'injection d'eau superficielle coûteuse provenant du Colorado. Or les eaux usées traitées et rendues potables représentent un volume notable, elles pourraient donc remplacer l'eau du Colorado. L'économie est importante, à condition de garantir la sécurité des eaux prélevées. Pour cela, deux années doivent réglementairement s'écouler entre injection et prélèvement.

Le modèle a permis dans un premier temps de constater que l'eau salée d'origine marine qui a déjà pénétré dans les terres est facilitée par les cañons sous-marins, entraînant une réaction rapide de la salinité à la variation de l'injection. Le modèle a également montré la nécessité de prendre en compte non seulement le West Basin de Los Angeles mais aussi le Central Basin amont, pour que la seule alimentation soit fournie par la pluie, très bien mesurée.

Les eaux souterraines proviennent de la pluie, de l'eau souterraine, de l'eau du Colorado et des eaux usées traitées : leur concentration en isotope stable du Bore, B11, étant différentes, et le début de l'injection récent, il a été possible de définir les règles de gestion garantissant la sécurité en salinité et en durée de protection entre injection et soutirage.

Protection : La dégradation des ressources en eau par les pollutions diffuses, essentiellement par les nitrates et les pesticides, affecte l'approvisionnement en eau potable. C'est un enjeu de santé publique. Restaurer la qualité des eaux brutes des captages à l'échelle de leurs Aires d'Alimentation de Captage (AAC) est en France une priorité nationale pour assurer une eau potable de qualité. Le Syndicat Intercommunal de Distribution d'Eau Potable (SIDEPA) de la vallée de l'Orvanne alimente plus de 3 000 habitants à partir d'un forage captant la nappe de la craie située sur la commune de Dormelles. Le captage dépasse occasionnellement les seuils de potabilités en nitrates et pesticides, imposant de construire une usine de traitement.

Sur financement de l'Agence de Bassin Seine-Normandie, l'étude hydrogéologique a permis d'identifier une AAC de 23 000 ha. Considérer les AAC de grandes surfaces comme homogènes, et se limiter à une protection de la globalité du bassin, conduirait inmanquablement à des mesures coûteuses et peu efficaces. La variabilité des conditions pédologiques et géologiques du territoire offre une chance à saisir pour investir dans des actions plus efficaces sur des surfaces plus réduites. Plutôt que de saupoudrer les moyens financiers, on peut les économiser en investissant plus massivement dans les secteurs où ils seront bien rentabilisés. La notion de Zones Contributives Hydrauliques (ZCH) des captages diffère de la notion d'AAC totale. Le transport de la majorité des polluants persistants mobiles étant d'abord contrôlé par la circulation des eaux, le concept de zones de protection est basé sur le cheminement de l'eau depuis la surface du sol du bassin d'alimentation jusqu'au captage. La méthode de modélisation hydrogéologique Watermodel propose d'aménager prioritairement les secteurs de plus forte contribution à l'alimentation en eau du captage. Cette méthode s'applique à la majorité des situations hydrogéologiques que ce soit un aquifère en roche meubles, fissurées ou karstiques. Watermodel détermine la contribution au flux capté de tout point de la surface du bassin. La méthode vise à délimiter les surfaces du sol de l'AAC qui contribuent à 50%, 70% et 90% de l'alimentation du captage, la zone à 100% est la surface de l'AAC. Dans cet exemple la modélisation a montré que 90% de l'alimentation en eau du captage provenait d'une surface de 2 557 ha soit 11% de la surface de l'AAC. Le plan d'action sera donc ciblé sur une trentaine d'agriculteurs de la zone à 90% de contribution au lieu des 250 exploitants sur 23 000 ha.

Le modèle Epiclès permet ensuite de modéliser, pour chaque parcelle agricole, les concentrations en nitrates sous-racinaires en fonction des conditions pédologiques, climatiques et des itinéraires techniques agricoles. Couplé à Watermodel, Epiclès permet de modéliser les transferts de nitrates depuis le sol jusqu'au captage, de valider un état des lieux initial de pollution, de construire et simuler l'efficacité d'un programme d'action agricole en testant plusieurs scénarii tendanciels d'évolution des pratiques et en contrôlant la diminution des concentrations en nitrates simulées au captage en fonction du temps.

Planification : Le Sénégal, étendu sur 200.000 km², est bordé par le fleuve Sénégal et la Falémé au nord et à l'est, le bassin de la Casamance au sud et l'océan Atlantique à l'ouest. Le système sédimentaire fortement pénéplané est faillé en horst et graben. L'eau souterraine de la partie ouest est sursalée, avec des concentrations dépassant 100 g/L. L'étude par modèle s'est réalisée en trois étapes, avec les projets FED, PSE et PAGIRE¹, à l'aide du même outil, Watermodel et ses versions précédentes. Les deux premières phases ont expliqué le risque de salinisation, montré la cohésion de l'ensemble aquifère souterrain et mis en évidence le principal exutoire par reprise évaporatoire profonde dans la zone du Ferlo. L'invasion, accentuée par la sécheresse de 1968-72 accompagnée par des précipitations brutales et brèves, se prolongerait pendant plusieurs centaines d'années si la pluie

¹ FED, 1980. Plan Sectoriel Eau (2000-Banque Mondiale et Coopération Scandinave). Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau du Sénégal. (BAD Facilité Africaine Eau 2010)

régulière ne revient pas même si les forages des principales exploitations sont arrêtés progressivement à partir de 2010.

Les deux premiers projets ont abouti à la création d'un ensemble unique de cartes, bases de données et séries chronologiques pour tout le territoire grâce au SIG intégré de Watermodel. Grâce au maillage Quadtree les études localisées utilisent le même modèle -Sénégal 2010- avec affinage sur la zone d'intérêt, par exemple la presqu'île du Cap Vert.

Le PAGIRE a renforcé l'intégration des ressources, avec le calcul de la pluie efficace au pas journalier, l'utilisation de l'agronomie, de la pédologie et des coefficients cultureux, pour constituer l'entrée ressources de l'outil de planification intégrée. Pour ce faire, le territoire a été découpé en 5 unités et 28 sous-unités de gestion et de planification, UGP, sur lesquels ont été calculés les scénarios tendanciel et contrastés. Les besoins ont été définis pour l'agriculture pluviale et irriguée, l'eau potable et les activités économiques. Watermodel a permis de simuler les évolutions et calculer les bilans des ressources en eau souterraines et superficielles pour différents scénarios et à l'échéance de 2025, donc les excédents et déficits régionaux et les transferts nécessaires au développement du pays.

La gestion durable des ressources en eaux du bassin versant de Gareat El Tarf, nord-est algérien

Naouel Dali ^{1,*}, Derradji Zouini ²

¹ Faculté des Sciences de la vie et de la nature, Département d'écologie, Centre universitaire Abass Laghrour, Khenchela, Algérie

² Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: dali.naouel@hotmail.fr

Le bassin versant de Gareat El Tarf est une entité hydrographique des bassins versants des hauts plateaux constantinois, situé à l'extrême nord-est algérien. Avec une population de près de 450.000 habitants. Il est marqué par un caractère endoréique sous un climat semi-aride, mais se trouve devant un grand problème en matière d'abondance des ressources en eau.

Une faible précipitation moyenne annuelle 450 mm/an avec une grande variation interannuelle et une forte évaporation, ainsi la recharge de la nappe d'eau souterraine est limitée, la quasi totalité des cours d'eau est temporaire. Les ressources souterraines potentielles renouvelables sont estimées à 51.6 hm³/an. La faiblesse des ruissellements superficiels conduit la mobilisation des eaux vers l'exploitation exclusive des eaux souterraines.

Donc même lorsque la demande n'est pas excessive sa confrontation avec la ressource disponible se traduit par de fréquentes inadéquations. Le besoin pour l'alimentation en eau potable raccordée à presque 70% au réseau de distribution est de 14 hm³.

Les périmètres irrigués du bassin de Gareat El Tarf occupent une superficie totale de 5200 ha, avec un besoin en eau de 23 hm³. En outre, une grande perte des eaux au niveau du réseau d'alimentation en eau potable à 30% et d'irrigation à 40% nous place devant une demande en eau totale de 63.5 hm³. La mobilisation des eaux destinées à l'alimentation en eau potable est de 17.5 hm³. Il est pratiquement impossible de faire une estimation du prélèvement des eaux destinées à l'irrigation en raison de l'accès non contrôlé à la ressource en eau. La stratégie de la gestion des ressources en eau mise en place n'est pas efficace pour couvrir les besoins actuels et futurs car elle se focalise sur la mobilisation maximale des ressources en eau.

Ces efforts atteignant à plus ou moins long terme leurs limites, tant physiques qu'économiques. Le scénario le plus adéquat pour assurer un équilibre entre la demande en eau et la ressource disponible dans le long terme, c'est quand la gestion de l'offre par la mobilisation des ressources en eau renouvelable, combinée à la gestion de la demande avec la réduction de la perte sur le réseau de l'AEP avec 15% et l'augmentation de l'efficacité de l'irrigation avec 80%, est assurée.

Mots clés : Gareat El Tarf, ressource en eau, semi-aride, offre, gestion, demande.

Répartition spatio-temporelle des nutriments de la lagune Oualidia, côte Atlantique marocaine

Zainab Damsiri ^{1,*}, Laila Natij ¹, Karima Khalil ³, Mohamed Loudiki ², Christophe Rabouille ⁴, Khalid Elkalay ^{1,2}

¹ Faculté Polydisciplinaire de Safi, Université Cadi Ayyad, Route Sidi Bouzid, BP 4162, 46000 Safi, Maroc

² Faculté des sciences Selmlalia de Marrakech, Université Cadi Ayyad, Bd. Prince Mlly Abdellah, BP 511, Marrakech, Maroc

³ Ecole Supérieure de Technologie Essaouira, Université Cadi Ayyad Essaouira Al Jadida, Route d'Agadir, BP 383, Essaouira, Maroc

⁴ Laboratoire Sciences du Climat et de L'Environnement, DR 04, Av. de la Terrasse, 91190 Gif sur Yvette, France

* E-mail: zainab.damsiri1@gmail.com

Ce travail porte sur l'étude du cycle biogéochimique de la colonne d'eau de la lagune Oualidia (côte Atlantique, Maroc). Ce cycle nécessite l'évaluation de la distribution des éléments nutritifs, les facteurs qui les contrôlent, leurs influences sur les différents compartiments du milieu lagunaire.

Des échantillons d'eau ont été prélevés bimensuellement de janvier 2010 à juin 2011, au niveau de 6 stations, réparties sur l'ensemble de la lagune Oualidia. Les paramètres physico-chimiques mesurés (température, salinité, oxygène dissous, conductivité) ont montré une variation saisonnière et spatiale. Les éléments nutritifs étudiés sont l'orthophosphate, nitrite et azote ammoniacal.

La variation temporelle des éléments nutritifs montre que les plus fortes teneurs en orthophosphate ont été enregistrées en juin et qui sont de l'ordre de 6.62 $\mu\text{mol/L}$ en S6 (amont de la lagune). En revanche, durant la période entre mars et avril les teneurs se situent entre 0.73 et 4.70 $\mu\text{mol/L}$. Concernant les nitrites les fortes valeurs sont enregistrées lors de la saison estivale 11.23 $\mu\text{mol/L}$ en S4 (milieu de la lagune), par contre les teneurs diminuent en avril avec seulement 0.065 $\mu\text{mol/L}$. L'azote ammoniacal représente un maximum en juin en S6 qui est de l'ordre de 14.7 $\mu\text{mol/L}$ et un minimum de 0.27 $\mu\text{mol/L}$ en mai en S2 (près de la passe). Les plus fortes teneurs se situent généralement au milieu et en amont de la lagune, les plus faibles sont notées à l'aval, où la dilution des eaux lagunaires se fait par la remontée massive des eaux marines et la poussée des masses d'eaux polluées vers l'amont.

Mot clés : lagune Oualidia, cycle biogéochimique, nutriments, colonne d'eau

Effet du stress hydrique sur la croissance et le développement *in situ* du Sophora du Japon (*Sophora japonica*)

El Arbi Daroui^{*}, Azzouz Boukroute, Nour-Eddine Kouddane, Abdelbasset Berrichi

Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Faculté des Sciences, Département de Biologie,
Université Mohamed Premier, Bd Mohamed VI, BP 717, 60000 Oujda, Maroc

^{*} E-mail: edaroui@gmail.com

Afin d'étudier la tolérance du Sophora du Japon au déficit hydrique, de jeunes plants *Sophora japonica* ont été cultivés dans des pots en plastique et ont été soumis à deux niveaux de stress hydrique 60% et 40% de l'évapotranspiration de référence (ET_0), comparés à un traitement témoin pour lequel le potentiel hydrique de base a été maintenu à 100% d' ET_0 .

L'effet du stress hydrique était significatif sur la quasi-totalité des paramètres physiologiques analysés. En effet, nous avons noté une baisse graduelle dans le contenu relatif en eau, la chlorophylle totale, et le rendement quantique du PSII ($\Phi PSII$), pour atteindre des valeurs minimales au niveau du stress le plus important soit 40% de l' ET_0 . Cet abaissement est suivi d'une faible accumulation de proline. Parallèlement à cette augmentation, nous avons noté une augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (EUE).

Pour l'ensemble des résultats concernant les paramètres morphologiques, l'application d'un stress hydrique (60% et 40%), induit chez cette espèce une réduction de la hauteur, une diminution du nombre de feuilles, une réduction de la biomasse, et enfin une augmentation de la longueur de la partie racinaire.

En conclusion, nous avons constaté que le Sophora du Japon manifeste effectivement des traits d'adaptation morphologiques, biochimiques et physiologiques en conditions déficitaires, ce qui permet à cet espèce de s'adapter aux conditions climatiques de la région.

Mots clés : *Sophora japonica*, stress hydrique, chlorophylle totale, proline, ET_0 , ($\Phi PSII$), EUE

La contribution du système ancestral de partage des eaux dans la gestion intégrée de la ressource en eau dans la région de Ghardaïa

Youcef Dedjell *

Association EcoVie, Environnement club, BP 229, 47000 Ghardaïa, Algérie

* E-mail: hydyou@gmail.com

La ville de Ghardaïa se situe à 600 km au sud d'Alger. La vallée du M'Zab, appartenant au grand bassin versant du Sahara septentrional algérien donc sous climat saharien, est classée patrimoine national en 1971 et patrimoine de l'humanité par l'Unesco en 1982.

Depuis un millénaire, les habitants de cette région ont créé des oasis prospères dans une zone aride en pratiquant une excellente gestion durable de la ressource en eau, par l'ingénieux système de partage des eaux qui a pour rôle de valoriser au maximum toute goutte d'eau, en l'introduisant dans un réseau de collecte, puis en l'orientant vers les périmètres agricoles.

Ce système a assuré l'approvisionnement en eau potable pour des générations d'habitants, mais l'explosion démographique des années cinquante avec ses contraintes sur le plan écologique, et la découverte d'une nouvelle source hydrique (le Continental Intercalaire) ont causé la détérioration de ce système et par conséquent la dégradation des oasis et de la nappe phréatique.

En gardant à l'esprit que la seule source en eau est souterraine, par cette contribution, nous voudrions déduire la relation intime entre la pérennité des oasis et le fonctionnement du système de partage des eaux apparent dans trois phases: (i) la dilution des eaux de la nappe par les barrages à stockage temporaire ; (ii) le lessivage des sols en épandant les crues sur les terres agricoles ; (iii) l'alimentation artificielle de la nappe par le biais des puits capteur d'eau.

L'ensemble de nos informations provient essentiellement des travaux de terrain ainsi que des discussions avec des anciens fellahs et d'experts hydrauliciens.

Mots clés: nappe phréatique, partage des eaux, puits traditionnels

Origine de la salinisation des eaux souterraines dans un aquifère à forte pression

anthropique : cas de la nappe de Thiaroye, Dakar, Sénégal

Mathias Diédhiou¹, Seynabou Cissé Faye¹, Ousmane Coly Diouf¹, Serigne Faye^{1,*},

Moctar Diaw¹, Stefan Wohnlich²

¹ Département de Géologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, BP 5005, Dakar, Sénégal

² Lehrstuhl Angewandte Geologie, Ruhr Universität Bochum, D-44780 Bochum, Deutschland

* E-mail: fayes@ucad.sn

La nappe des sables quaternaires, localisée en grande partie dans la région de Dakar, constitue une des plus importantes ressources en eau destinée à satisfaire les divers besoins des populations. Cependant, la forte croissance démographique et les nombreuses activités anthropiques associées au défaut d'assainissement dans la banlieue ont entraîné, depuis quelques décennies, une détérioration progressive de la qualité chimique de la nappe qui se caractérise par une forte pollution nitratée et une salinisation des eaux. Dans cette étude une approche hydrogéochimique et isotopique, basée sur les rapports ioniques et les isotopes (isotopes stables de l'eau), a été utilisée pour déterminer l'origine de la salinité des eaux.

Ainsi, l'interprétation des diagrammes binaires ($\delta^{18}\text{O}$ vs conductivité et ^2H vs conductivité) et des rapports ioniques a révélé que la salinisation des eaux, dans la majorité des points d'eau, est particulièrement liée à la pollution anthropique (eaux usées domestiques, effluents des fosses septiques et l'utilisation des pesticides) aux lessivages des sels accumulés dans la zone non saturée et dans une moindre mesure à l'influence de l'évaporation.

Les rapports ioniques Na^+/Cl^- , $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ et Br^-/Cl^- ainsi que le positionnement des points dans les diagrammes binaires Cl^- vs $\delta^{18}\text{O}$ et Sr^{2+} vs Cl^- indiquent que l'intrusion saline ne constitue pas le facteur principal de la salinisation des eaux. En outre, l'étude comparative de la concentration du bore dans la nappe et dans l'eau de mer apporte un argument en faveur d'une origine non marine de cet élément dans les eaux. Toutefois, dans les ouvrages situés près des sources salines (piézomètres P2-9 ; P2-10 et le puits Pts 234) le rapport Br^-/Cl^- indique une influence indirecte de la mer ou des évaporites sur l'augmentation de la teneur en chlorure des eaux. Dans la zone de captage de Thiaroye (F17 ; F19 et F22) ainsi que les piézomètres situés dans les zones de Pikine et Yeumbeul, le rapport ionique Br^-/Cl^- confirme l'origine anthropique des chlorures avec des valeurs très proches de celles des eaux usées.

Mots clés : salinisation, pollution anthropique, hydrogéochimie, isotopes, rapports ioniques

Origines de la dégradation de la qualité des eaux de quelques cours d'eau de l'est algérien (Seybouse, Kebir est et ouest, Rhumel, Medjerda)

Larbi Djabri^{1,2,*}, Azzedine Hani¹, Hichem Zerrouki², Lassaad Ghrieb²

¹ 11, Rue Asla Hocine, 23000 Annaba, Algérie

² Laboratoire Ressource et Développement Durable, Département de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : djabri_larbi @ yahoo.fr

Le présent travail porte sur l'état de pollution des eaux des oueds algériens. Au début des années soixante dix la politique menée par les responsables d'alors a été de donner du travail à la population. A cet effet des industries ont été placées dans des zones sans se soucier des risques que cela pouvait engendrer sur l'environnement. Aujourd'hui grâce aux travaux de recherche réalisés, on remarque que la dégradation de la qualité des eaux des oueds a atteint une situation alarmante. Par ailleurs, les phénomènes naturels telle que la sécheresse favorisent les risques de pollution à titre indicatif. A l'instar des pays du sud de la Méditerranée, l'Algérie a connu une sécheresse aigue qui a duré presque deux décennies aggravant la dégradation de la qualité des eaux superficielles, qui est accentuée par les rejets des eaux usées (urbaines et industrielles). Pour mettre en évidence cette dégradation nous avons essayé d'évaluer la qualité des eaux des oueds en utilisant quelques ETM (Cr, Pb, fer, zinc, manganèse, etc.) et les nutriments (nitrites, nitrates, ammonium et phosphore) au niveau des Oueds Medjerda, Seybouse, Meboudja, Kebir est et ouest, Bouhamdene et Medjerda.

Le premier constat est que les cours d'eau reçoivent des rejets d'eau usées et d'eau industrielles. Ces eaux sont caractérisées par des teneurs importantes en métaux lourds ayant pour conséquence une eutrophisation de ces oueds due aux apports qui se font des divers horizons (égouts, engrais, etc.). Les rejets industriels se font directement dans les oueds sans prétraitement entraînant une accélération des processus de pollutions observées.

Les cartes établies ont confirmé l'excès des nutriments dans les zones urbaines (Guelma, Souk Ahras, Skikda) à forte densité humaine (chef lieu de Wilaya), par contre les concentrations en ETM sont importantes au niveau des rejets industriels. Par ailleurs les valeurs de Eh mesurées sur site mettent en évidence une oxydo-réduction permettant le passage nitrates nitrites ammonium, d'où l'eutrophisation observée.

Mots clés : oued, qualité des eaux, oxygène dissous, eutrophisation, rejets, nutriments

Impacts des facteurs naturels sur la qualité des eaux en zone semi aride : cas de la plaine alluviale de Tébessa, Algérie

Larbi Djabri ^{1,2,*}, Azzedine Hani ¹, Hicham Chaffai ², Hichem Zerrouki ², Lassaad Ghrieb ²

¹ 11, Rue Asla Hocine, 23000 Annaba, Algérie

² Laboratoire Ressource et Développement Durable, Département de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : djabri_larbi@yahoo.fr

La région de Tébessa, située dans l'extrême est algérien, frontalière avec la Tunisie, est caractérisée par un climat semi aride où les précipitations annuelles ne dépassent pas 400 mm/an. Les formations géologiques à l'affleurement sont d'origine sédimentaire mais se caractérisent par une hétérogénéité, de ce fait on note la présence d'argiles, marnes et sables au centre de la plaine alors que sur les bordures affleurent les calcaires, grès et gypses. Ces formations confèrent à l'eau une composition chimique variable.

Pour mettre en évidence l'impact de ces formations, en utilisant les analyses chimiques réalisées sur plusieurs campagnes, nous avons étudié les variations des faciès chimiques des eaux. Nous avons remarqué que sur les bordures, les eaux présentent une composition bicarbonatée, en revanche elles sont sulfatées près des gypses et chlorurées au centre de la plaine. Ce premier constat nous amène à dire qu'il y a une relation de cause à effet entre les formations géologiques à l'affleurement et le faciès chimique. L'outil thermodynamique utilisé confirme cette hypothèse.

Le faciès chloruré du centre de la plaine est généré par l'affleurement de la nappe qui est causé par l'effet de substratum, ce qui soumet les eaux à une forte évaporation provoquée par l'élévation de la température.

Mots clés : Tébessa, semi aride, faciès chimique

La cinétique de dégradation de la matière organique en réseau d'assainissement unitaire de la ville d'Annaba, nord-est algérien

Amel Djedaoune ^{1,*}, Houria Kherici-Bousnoubra ², Nacer Kherici ²

¹ Laboratoire d'Hydraulique et de Constructions Hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

² Eau et environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences de la terre, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: djedaoune_amel@yahoo.fr

La maîtrise de la pollution des rejets urbains et la dégradation des matières organiques urbaines prennent une place progressive dans les problèmes d'assainissement.

La réduction de la pollution urbaine reste un sujet délicat à traiter, de nos jours plusieurs études s'intéressent à évaluer un milieu ambiant où la dégradation s'apprête le mieux.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui porte sur la dégradation des paramètres organiques (DBO₅, DCO, MES, O₂, NO⁻³, pH, T°, etc.), dans différents milieux : naturel (rivière), canal artificiel, rivière (aux rives revêtues).

Le traitement des données faites sur les trois sites d'observation sur deux saisons (à régime différent) a permis de suivre la cinétique de dégradation des paramètres pris en considération.

L'évaluation du niveau de pollution, en calculant le coefficient de dégradation (Kd) pour chaque site, a montré une dégradation dans l'espace (le milieu naturel dégrade mieux relativement aux autres sites).

Dans le temps, on observe une nette décroissance de la pollution du mois de mars vers le mois de mai.

Il ressort alors de la présente étude que la dégradation de la pollution est optimale en milieu naturel et puis secondairement en site semi-naturel.

Mots clés : rejets urbains, matière organique, coefficient de dégradation, collecteur d'eaux usées

Evaluation du risque de pollution des eaux souterraines de la plaine ouest de la région de Annaba, Algérie

Saadane Djorfi ^{*}, Samir Djorfi, Samir Lekoui, Fatih Boucenna, Atif Foufou

Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

^{*} E-mail: Djorfi2001@yahoo.fr

L'accroissement des populations et l'intensification des activités économiques dans la plaine ouest de Annaba sont accompagnés d'une augmentation des rejets de toute nature qui vont rejoindre directement le milieu récepteur. Les effluents chimiques fortement colorés et toxiques rejoignent l'Oued Boudjemaa, polluant de ce fait les eaux de surface et les eaux souterraines.

L'objectif de cette étude est de comprendre les mécanismes et l'origine de la pollution des eaux souterraines et de déterminer l'impact des rejets agricoles urbains et industriels sur la santé humaine. Pour ce faire, le suivi piézométrique et les résultats des analyses physico-chimiques, effectuées sur les échantillons d'eau durant l'année 2011 (basses et hautes eaux), ont été utilisés. Les informations acquises sur la contamination des eaux superficielles et souterraines, par les métaux lourds, ont été traitées par le modèle RISC Workbench pour l'évaluation du risque (EDR) santé humaine (US EPA Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989). Le risque est inacceptable pour la majorité des points d'eau de la région d'étude. Il pourrait menacer les populations et la faune environnantes ou même lointaines. L'analyse statistique des données acquises et la modélisation du transport de polluant ont permis d'élaborer le schéma conceptuel du site contaminé et d'identifier les différents scénarios d'exposition.

Les résultats obtenus montrent que les milieux récepteurs (humain, faune, écosystème de l'oued) sont touchés par les mécanismes primaires et secondaires de transport de polluants. Les voies d'exposition sont l'inhalation des substances volatiles et du contact direct avec le sol (ingestion et contact cutané) qui peuvent menacer les populations et la faune environnante. Par ailleurs, les eaux souterraines présentent également un risque potentiel particulièrement pour l'écosystème des Oueds, la mer Méditerranée et pour les captages d'eau (irrigation et alimentation du bétail).

Mots clés: pollution, eaux souterraines, piézométrie, EDR santé, Annaba.

Référence

US EPA Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989. Human Health Evaluation Manual (EPA/1-89/002). US EPA, Vol. 1, Washington, DC.

Impact de l'urbanisation sur les ressources hydriques: cas de la région Tanger-Tétouan

Hikmat Douhri ^{1,*}, Mohamed Lahmam ², Ihssane Raissouni ¹

¹ Laboratoire de Chimie-Physique Appliquée, Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi, BP 2121, 93002 Tétouan, Maroc

² Délégation de Santé Fahs-Anjra, BP 4402, 93000 Tanger, Maroc

* E-mail: douhri.enviro@gmail.com

Inhérente au développement, l'urbanisation ne cesse de croître au niveau de la région Tanger-Tétouan. En effet, son étalement met en péril l'environnement et contribue de plus en plus à la dégradation quantitative et qualitative des ressources hydriques. Malgré cela, une grande partie de la population de cette région utilise encore des eaux de sources pour la boisson et/ou les activités domestiques sans se préoccuper de sa qualité. Les aquifères urbains sont très susceptibles à la pollution ce qui requiert une étude spécifique sur ces eaux souterraines.

Pour la protection de la santé des citoyens et dans le cadre de la lutte contre les maladies hydriques au niveau de la région Tanger-Tétouan, notre étude s'est focalisée en premier temps sur l'évaluation de la qualité bactériologique de certaines eaux de source utilisées et qui pourraient mettre en danger la santé de leurs utilisateurs.

Sur le plan bactériologique, la plupart des sources analysées ont présenté des charges considérables en germes. Le nombre de coliformes fécaux dans les échantillons analysés arrive jusqu'à 103 UFC/100 ml. Pour les coliformes totaux, le degré de contamination peut atteindre 376 UFC/100 ml. Les streptocoques fécaux sont en nombre de 240 UFC/100 ml. Le dénombrement des spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* montre une contamination plus ou moins importante (75 UFC/100 ml).

Mots clés : urbanisation, région Tanger-Tétouan, pollution, eaux souterraines, santé, citoyens

Utilisation des SIG pour la caractérisation de la vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine. Application à la nappe de Tébessa-Morsott, Algérie

Tarek Drias ^{1,*}, Ahmed Chérif Toubal ²

¹ Laboratoire des risques naturels et aménagement du territoire (LRNAT), Faculté des Sciences, Université Hadj Lakhdar, route de Biskra, 5000 Batna, Algérie

² FSTGAT, USTHB, BP 32 El Alia, Bab Ezzouar, 16111 Alger, Algérie

* E-mail: tdrias@gmail.com

Une nouvelle méthodologie est proposée pour la caractérisation de la vulnérabilité et de la sensibilité à la pollution des nappes d'eau souterraine libres. Cette méthodologie constitue une amélioration de la méthode DRASTIC, universellement utilisée. La vulnérabilité à la pollution est basée uniquement sur les paramètres relatifs à la recharge, au sol (pente et nature) et à la zone non saturée (faciès et épaisseur) de l'aquifère. La sensibilité à la pollution est basée uniquement sur les paramètres propres à la zone saturée : vitesse de l'écoulement et qualité de l'eau. La vulnérabilité sensibilité (ou vulnérabilité globale) est basée sur les paramètres relatifs à la fois à la zone non saturée et à la zone saturée de l'aquifère.

Cette méthodologie a été appliquée au bassin de l'Oued Ksob situé à l'extrême est algérien renfermant une nappe fortement sollicitée, qui s'étend sur environ 3200 km² d'extension.

Les résultats ont montré que cette nappe est caractérisée par une vulnérabilité et sensibilité globalement moyenne à faible. Les champs captant d'eau potable (produisant environ 400 l/s) sont par contre situés dans des secteurs de moyenne à forte vulnérabilité et sensibilité à la pollution, leur protection par des périmètres de protection rapprochée et éloignée est recommandée dans les plus brefs délais.

L'application de la méthodologie développée a nécessité la mise en place d'un Système d'Information Géographique avec les logiciels MapInfo. Ce SIG, synthétisant une masse de données (géologiques, hydrogéologiques, géophysiques, etc.) considérable, constitue un véritable outil d'aide à la décision pour les gestionnaires des ressources en eau de la région de Tébessa-Morsott.

Mots clés: Tébessa-Morsott, SIG, vulnérabilité, information géographique pour l'environnement

Apport des outils informatiques à l'étude des risques d'inondations dans la plaine du Gharb, Maroc

Amal El Aichaoui^{*}, Aicha Benmohammadi

Equipe Géosciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, LABEQ, Université Ibn Tofail, BP 133, 1400 Kenitra, Maroc

^{*} E-mail:aelaichaoui@gmail.com

De part sa géomorphologie, ses sols argileux, sa pluviosité variable, et le régime irrégulier de ses Oueds, le Gharb est une zone exposée aux inondations par excellence. La recrudescence des violentes inondations dans la plaine du Gharb est en rapport avec les changements climatiques. Ces inondations, sans commune mesure ont occasionné des dégâts considérables à l'habitat, aux infrastructures de base, à la production agricole, et surtout des pertes humaines. D'importants dégâts ont également été enregistrés concernant les ressources en eaux (contaminations des puits, turbidité des cours d'eau, ainsi que les problèmes épidémiologiques et sanitaires). Ces phénomènes d'inondations ne sont pas récents au niveau de la plaine du Gharb, et plusieurs grands aménagements de protection ont déjà été réalisés, mais ces phénomènes sont ressentis plus fortement aujourd'hui en raison du fort développement démographique, économique, urbain, agricole, industriel et touristique.

Notre travail s'inscrit dans une optique de gestion du risque lié plus exactement aux risques d'inondations et a pour vocation de fournir de nouvelles approches aux décideurs au cours de la phase de prévision des inondations. L'objectif n'est pas de construire un modèle prévisionnel du débit mais de représenter le comportement hydrologique d'un bassin versant urbain. L'étude hydrologique en milieu urbain, est une science relativement récente mais qui a beaucoup évolué avec l'intégration de nouveaux outils et techniques. En effet, la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) s'avèrent des outils performants pour la compréhension de l'hydrologie et la gestion efficace des risques d'inondations dans les bassins. L'étude du fonctionnement hydrologique du bassin versant du Sebou a nécessité la collecte et le traitement de nombreuses données climatologiques, pédologiques et topographiques nécessaires. Le traitement de ces données sur l'ensemble du Bas Sebou (zone d'étude) est effectué dans le but de déterminer les particularités régionales de la plaine ce qui nous a amené à utiliser des outils informatiques pour la reconstitution des événements pluvieux qui ont frappé le Gharb et la cartographie de leur intensité.

Mots clés : hydrologie, inondations, risques, SIG, plaine du Gharb

Elaboration des modèles mathématiques stochastiques pour la prédiction des teneurs en métaux lourds des eaux superficielles en utilisant les réseaux de neurones artificiels et la régression linéaire multiple

Hicham El Badaoui ¹, Abdelaziz Abdallaoui ^{1,*}, Abdelali Er-radouani ¹, Laurent Lancelot ²

¹ Laboratoire de Chimie-Biologie Appliquées à l'Environnement, Equipe Chimie Analytique et Environnement, Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Université Sciences et Technologies Lille 1 (USTL), Laboratoire Génie Civil et Géo-Environnement, Polytech'Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

* E-mail: a.abdallaoui@gmail.com

Cette étude vise le développement des modèles mathématiques stochastiques pour la prédiction des teneurs en métaux lourds solubles dans les eaux superficielles en utilisant les paramètres physico-chimiques de ces eaux. Nous avons pour cela réalisé une étude comparative : la méthode de régression linéaire multiple et la méthode basée sur les réseaux de neurones artificiels. Si la régression linéaire avec la technique de sélection pas-à-pas a permis de comprendre quelles variables influençant les teneurs des métaux lourds, elle est incapable de résoudre les problèmes associés aux effets des non-linéarités. Par contre les réseaux de neurones artificiels permettent d'obtenir des résultats plus probants quant à la validité du modèle obtenu, un coefficient de corrélation élevé avec une erreur très faible pour la validation croisée et le test de l'ensemble des données, mais cet outil n'offre pas la possibilité d'interpréter les variables explicatives mises en jeu. En effet, grâce aux techniques de prédiction, cette étude nous a permis de sélectionner un certain nombre de paramètres jouant un rôle particulier dans la prédiction des teneurs en métaux lourds. Elle nous a permis aussi de montrer les avantages des réseaux de neurones artificiels par rapport aux modèles statistiques classiques à savoir la régression linéaire multiple.

Mots clés : Métaux lourds, modélisation, paramètres physico-chimiques, régression linéaire multiple, réseaux de neurones artificiels

Cartographie des aquifères plio-quaternaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental

Mohamed El Bouhaddioui ^{1,*}, Abdelaziz Mridekh ², Bouabid El Mansouri ¹, Malika Kili ¹, Asmaa Mansouri ³, Bouchaib Mograne ⁴, Houssine El Gasmi ¹

¹ Laboratoire des Géosciences appliquées, Equipe Technologie des ressources en eau, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Maamora, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Unité Géophysique et Géologie des formations superficielles, Département de Géologie, F.S.T. Errachidia, Université Moulay Ismail, BP 509 Boutalamine, 57000 Errachidia, Maroc

³ Laboratoire d'Océanologie, Géodynamique et Génie Géologique (LO3G), Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed V, 4 Avenue Ibn Battouta BP 1014 RP, Rabat, Maroc

⁴ Direction régionale de l'équipement et des transports, Service eau Kénitra, BP 203, 14000 Kénitra, Maroc

* E-mail: mohamed.elbouhaddioui@gmail.com

Dans le bassin du Gharb l'utilisation d'une base de données comportant plus de 160 enregistrements diagraphiques et 293 données de forages réparties sur tout le bassin nous a permis de contraindre la distribution des électrofaciès résistants.

La nouvelle méthode d'interprétation diagraphique du bassin fluvio-alluvionnaire est désormais indispensable afin de déceler la géométrie des aquifères plio-quaternaires.

L'analyse des différents enregistrements diagraphiques nous a permis d'établir de nouvelles cartes des niveaux résistants qui composent le système multicouches de la plaine du Gharb. Les dépocentres de ce bassin se situent à l'aplomb des bassins satellites dont seules certaines failles bordières sont actives. Des limites paléogéographiques à l'intérieur même du bassin permettent de proposer une nouvelle distribution des faciès.

L'établissement d'une telle cartographie permet pour la première fois de contraindre l'effet de la tectonique récente, pliocène et quaternaire, sur la distribution des faciès et de relier ces structures aux linéaments régionaux actuellement connus.

Mots clés : diagraphie, électrofaciès, aquifères, cartographie

Etat de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la plaine du Gharb

Saliha Elbouzidi ^{1,*}, Hamid Marah ¹, Abdallah Alaoui ², Fatima Raibi ¹, Najiba Brhadda ³

¹ Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP1382, RP 1001 Rabat, Maroc

² Ecole Nationale de l'Industrie Minérale (ENIM), Rabat, Maroc

³ Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

* E-mail: elbouzidi@cnesten.org.ma

Le développement agricole que connaît la zone du Gharb et l'utilisation intensive et extensive des intrants menacent fortement la qualité des eaux souterraines de la nappe par l'infiltration de ces produits lors du retour des eaux d'irrigation. Or les eaux souterraines constituent la source privilégiée pour l'irrigation privée et l'AEP de la population de la zone, ce qui souligne l'importance d'apprécier leur état de qualité chimique par rapport à ces usages.

L'état de la qualité de ces eaux a été étudié en caractérisant les paramètres physico-chimiques (CE, T°C, pH, Cl, SO₄, HCO₃, Ca, Mg, Na, K) de 71 points d'eau type prélevés (forage, puits et piézomètre) sur toute la région d'étude.

Dans l'objectif d'évaluer la qualité naturelle et anthropique de ces eaux, plusieurs outils d'interprétation des éléments chimiques majeurs ont été utilisés, le diagramme de Piper a révélé 3 types d'eau : (i) mixte chloruré et sulfaté-sodique ; (ii) mixte chloruré et sulfaté calcique et magnésien ; (iii) bicarbonaté calcique et magnésien.

Le diagramme d'échange de base $[Ca/(HCO_3+SO_4)]-[Na/Cl]$ et les diagrammes croisés des concentrations des éléments majeurs, ainsi que la variation des rapports (SO₄/Cl) et (Mg/Ca) avec l'ion chlore, nous ont permis de comprendre le processus de minéralisation des eaux qui serait dû à la dissolution-précipitation de la roche aquifère, aux évaporites et à l'échange de base. Influencée sans doute par l'effet du régime pluviométrique, de l'évaporation intense, du pompage, de l'irrigation et de l'utilisation intensive et extensive des engrais.

La classification par Wilcox en vue d'un usage d'irrigation, a qualifié ces eaux en deux classes bonne à admissible et médiocre à mauvaise.

L'appréciation de la qualité globale des eaux souterraines en utilisant la grille de classification faite sur la base des paramètres spécifiques à une pollution minérale et par nitrate a révélé une qualité bonne à moyenne sur 69% d'ouvrages étudiés contre 31% qui présentent une qualité dégradée due essentiellement à la présence de teneurs élevées en nitrates, 33% des points échantillonnés ont dépassé la valeur maximale admissible de 50 mg/L pour une eau potable signalant de ce fait une qualité dégradée.

Etude hydrologique et hydrogéologique de la région de Sidi Mghait, province d'Asilah, nord-ouest du Maroc

Atika El Fatihi *

Bureau d'Etudes HYDROSEPT, Quartier Industriel Sidi Ghanem N°1017, Marrakech, Maroc

* E-mail: hydrosept@yahoo.fr

La présente note rend compte de l'étude hydrologique et hydrogéologique menée dans la région de Sidi Mghait (province d'Asilah, nord du Maroc) afin d'établir un inventaire des potentialités hydriques disponibles dans la région et celles nécessaires pour satisfaire les besoins à moyen et long terme. En effet, la zone d'étude est marquée par la présence d'un cours d'eau (Oued Erradat) dont l'hydrologie est conditionnée essentiellement par les précipitations qui s'abattent sur les reliefs de la bordure atlantique. Ce cours d'eau a un régime principalement torrentiel saisonnier. Durant la période humide, il n'est pas rare d'enregistrer des débits spécifiques importants dus aux crues. Ce régime torrentiel se trouve accentué par les fortes pentes du relief et par des précipitations concentrées dans le temps produisant un débit d'écoulement fort. En revanche, durant la saison sèche, les débits d'étiage sont souvent faibles à nuls. Ces Oueds drainent des eaux de surface et les apports moyens au niveau des embouchures dépassent parfois 100.000 m³/an

Des zones humides ont été également identifiées dans le secteur prospecté. Ces zones sont nombreuses, d'importances inégales et font partie d'un grand complexe humide caractérisant la zone côtière du nord-ouest marocain. Ce complexe est constitué de mares d'eaux douces et lacs salées temporaires, retenues de barrages, plaines alluviales, zones estuariennes et zones côtières sableuses dont l'alimentation en eau dépend du volume des précipitations et de l'amplitude de la marée qui peut atteindre 3 m en eaux vives.

Sur le plan hydrogéologique, la nappe existante dans la zone d'étude circule dans les sables consolidés et les calcarénites du Plio-Quaternaire qui reposent sur les schistes paléozoïques. Ces schistes constituent le substratum imperméable de la nappe. Sur la partie haute de la zone, règnent des faciès imperméables ou peu perméables qui ne permettent pas la constitution de formations aquifères importantes. Cependant, dans la bande côtière on trouve des accumulations relativement importantes; les eaux souterraines y sont contenues dans un ensemble sableux et gréseux. L'écoulement se fait vers l'Océan. L'épaisseur de l'aquifère est d'une dizaine de mètres en moyenne. La profondeur du plan d'eau par rapport au sol oscille entre 7 m et 18 m en fonction des saisons. Cette nappe coule vers la mer, suivant la direction SE-NW. Cette direction se trouve modifiée le long des Oueds et talus où la nappe est drainée en permanence et forme dans certains cas des sources et des Merjas.

La zone se caractérise par la présence de certaines sources de résurgence alimentées essentiellement par les eaux provenant des reliefs de la bordure atlantique. Les eaux infiltrées dans cette bande participent à la recharge d'une nappe souterraine qui s'écoule vers l'Ouest mais qui émerge par endroits sous forme de sources sur certaines ruptures de pente ou à la faveur d'accidents tectoniques. Le débit d'exhaure est variable mais apparaît intéressant au niveau de deux principales sources dans les hauts reliefs de Sidi Mghait. Une autre source a été également identifiée à l'Océan 2 à proximité de

la plage sableuse, son débit demeure faible mais la qualité physico-chimique de ses eaux et les possibilités de stockage et de transfert constitueront des éléments intéressants qu'il faudra mettre en valeur.

Mise en place de méthodes d'évaluation et de valorisation des ressources hydriques du bassin de Tata, sud du Maroc

Faraj Elfatihi *

Société la Marocaine des Grenadines, N° 1017 Quartier Industriel Sidi Ghanem, Marrakech, Maroc

* E-mail: lamarocainedesgrenadines@yahoo.fr

Le bassin de Tata (Sud du Maroc) compte parmi les zones les plus touchées par les problèmes de sécheresse et de désertification. Ses potentialités économiques (agricoles et touristiques) peuvent, dans la mesure où elles sont valorisées dans le cadre d'une stratégie de développement intégrée et durable, lui insuffler un nouvel essor à même de lui permettre de surmonter les défis et les contraintes actuelles. L'une de ces contraintes, qui pourrait constituer un facteur limitant sinon un frein à ce développement, est la disponibilité des ressources en eau. En effet, le bassin de Tata est l'un des bassins du Maroc où le problème de l'eau se fait sentir avec le plus d'acuité : les besoins en eau sont en constante hausse sous la pression des demandes en eau potable et en eau agricole.

Les ressources hydriques de la région, mises à part les quelques précipitations hivernales sporadiques, sont essentiellement dues aux eaux d'infiltrations en provenance des pluies qui tombent sur les montagnes de l'Anti-Atlas. Ces eaux d'infiltration rechargent les nappes phréatiques et alimentent les sources et les Khettaras (sorte de grandes canalisations souterraines, construites au cours des siècles passés, amenant l'eau des ruissellements vers les oasis).

Malgré les dommages qu'elles produisent au niveau des infrastructures, ces eaux profitent positivement à l'irrigation du patrimoine phoénicicole des oasis.

Les eaux de la nappe de Tata ont été généralement de moyenne qualité en raison d'une minéralisation légèrement élevée sans toutefois dépasser 2 g/L. De même les teneurs en nitrates présentent en moyenne une valeur de ~22 mg/L.

La région d'étude est sillonnée par plusieurs talwegs et oueds non pérennes qui drainent les bassins versants de l'Anti-Atlas en période pluvieuse. Ces cours d'eau transitent parfois des débits importants et engendrent souvent des crues violentes.

L'agriculture constitue l'activité principale, elle est de type traditionnel et se pratique dans de petits périmètres irrigués ou dans de petites palmeraies. L'apparition d'une agriculture moderne basée sur le pompage dans la nappe dans certains fous notamment Fous Zguid, a conduit à l'assèchement des khettaras traditionnelles et à la surexploitation de la nappe.

Le programme envisagé dans le cadre de la présente étude a pour objectif global la gestion optimale des ressources hydriques et plus particulièrement l'identification d'options viables de mise en valeur et d'utilisation des eaux souterraines par les communautés pratiquant l'agriculture et des activités connexes tributaires des ressources hydriques de la région. Il s'agit plus précisément de déterminer les diverses possibilités d'utilisation économiquement rationnelle de ces eaux souterraines grâce à l'identification de solutions d'extraction fondées sur des données solides, au moyen des travaux suivants:

(i) mise à jour de l'évaluation des ressources hydriques afin de déterminer le potentiel de mise en

valeur des eaux dans le cadre de projets de développement agricole dans la sous-région;

(ii) établissement d'une matrice d'utilisation des eaux souterraines exprimée en volumes annuels utilisés/demandés, par emplacement et type d'utilisateurs (en particulier les ruraux pauvres) et analyse de l'efficacité des mécanismes de contrôle et d'application de la réglementation du rationnement de l'eau (notamment des politiques de prix) du point de vue de l'utilisation rationnelle des eaux;

(iii) création d'un environnement technique favorable pour faciliter l'élaboration d'une stratégie d'aménagement des ressources hydriques régionales et la création d'un mécanisme de consultation des trois pays au niveau du bassin en vue d'assurer l'aménagement optimal des ressources hydriques partagées.

Modélisation de l'évaporation des eaux de la nappe phréatique des zones arides. Cas de la région de Ouargla, Algérie

Meriem Marie El Fergougui *, Djamel Boutoutaou

Laboratoire d'exploitation et de valorisation des ressources naturelles en zone arides, Université Kasdi Merbah,
30000 Ouargla, Algérie

* E-mail : elfergougumeriem@yahoo.com

La majorité des surfaces mises en valeur en zones arides et semi-arides de l'Algérie reposent sur des nappes phréatiques excessivement minéralisées dont le niveau est proche de la surface du sol (0-1.5m). Ces niveaux, proches du sol, en présence des conditions climatiques très sévères favorisent le processus de l'évaporation de ces nappes, contribuent en grande partie à la salinisation des terres et à la dégradation du milieu.

L'analyse des résultats des travaux effectués sur la détermination de l'évaporation de la nappe phréatique de Ouargla montre que l'évaporation diminue au fur et à mesure que le niveau de la nappe s'éloigne de la surface du sol. Les résultats obtenus montrent que l'évaporation de la nappe est maximale et égale à l'évapotranspiration lorsque ce niveau, proche de la surface, devient inférieur à 2 m (inférieur à 10% de l'évapotranspiration). La répartition des sels accumulés dans les couches du sol suit le schéma de répartition de l'évaporation dans ces couches. La quantité de sel déposé est liée à la quantité d'eau évaporée de la nappe phréatique.

Pour une meilleure mise en valeur des terres et une production agricole élevée, il est nécessaire de connaître la profondeur critique en fonction des conditions climatiques, hydrogéologiques et du taux de salinité de cette nappe.

Mots clés : évaporation de la nappe phréatique, salinité des sols, profondeur de la nappe phréatique, pouvoir évaporant, zone aride

La géophysique appliquée à la recherche de l'eau, approche méthodologique et étude du cas de Charf El Akab dans la région de Tanger

Hamou Elfjiji *, Ahmed Boukdir

Laboratoire de Chimie Appliquée et Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Technologie,
Université Sultan Moulay Slimane, BP 523 Mghila, 23000 Béni Mellal, Maroc

* E-mail: haelfjiji@yahoo.fr

Dans la région de Tanger, les ressources en eau, notamment, souterraines, font preuve d'une inégalité au niveau de la disponibilité et l'abondance. Ceci résulte des diversités liées à la topographie, aux effets climatiques et aux formations géologiques. Comme le reste de la zone Rifaine, les bassins tangérois sont dominés par des faciès argilo-schisteux imperméables ou peu perméables, le seul aquifère important est celui de Charf El Akab.

Située à quelques kilomètres au sud de la ville de Tanger, la nappe de Charf El Akab a été exploitée depuis 1957 pour l'alimentation en eau potable de cette ville. Vu son faible débit de renouvellement (environ $1.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$), son niveau piézométrique a vite chuté. Sa recharge artificielle a démarré en 1958 dans le but de pratiquer une gestion intégrée des ressources en eau (eau de surface et eau souterraine) et ainsi sécuriser l'alimentation en eau potable de Tanger.

L'aquifère de Charf El Akab est constitué de deux nappes, à savoir, la nappe supérieure qui circule dans des sables et des grès fins du Pliocène et repose sur un substratum marno-sableux, et la nappe inférieure qui circule dans des formations biocalcarénites, des grès et des sables.

Afin d'aboutir à une bonne définition de la géométrie du réservoir aquifère, une campagne de prospection géophysique par la méthode de sondages électriques a été réalisée sur la nappe de Charf El Akab. Le but principal de la méthode est de suivre la structure morphologique du toit du substratum imperméable pouvant renfermer dans sa couverture un aquifère ou un système d'aquifères. Le principe de la méthode consiste, lors de l'exécution d'un sondage électrique, à la recherche de comment varie, en un point donné de la surface, la résistivité du sous-sol à la verticale. Pour cela on exécute en un même endroit une succession de mesures, en augmentant chaque fois toutes les dimensions du dispositif et de ce fait la profondeur d'investigation qui lui est proportionnelle. On explore à cet endroit une tranche de terrain de plus en plus épaisse et l'on met ainsi en évidence les changements lithologique suivant la verticale. Les mesures ont été réalisées avec le dispositif classique de Schlumberger.

En définitif, l'utilisation de cette méthode géophysique pour la recherche de l'eau, que ce soit dans les aquifères continus ou en milieu fissuré, contribue, au même titre que l'analyse géomorphologique et l'examen des photos aériennes ou images satellites effectuées au préalable, à sélectionner un ou plusieurs sites de forage avec une probabilité maximale de succès.

L'étude par prospection électrique de la nappe de Charf El Akab a permis de mettre en évidence une importante dépression dessinée par le toit d'un substratum conducteur attribué aux marnes blanches et vertes du Miocène inférieur et Paléocène supérieur-Eocène inférieur (domaine externe). Ce dernier est surmonté par un remplissage de dépôts hétérogènes constitués par des alternances de passées

conductrices et résistantes. Ces dépôts sont attribués aux niveaux sableux, marno-sableux, marnes bleues et biocalcarénites du Quaternaire et Néogène. C'est à l'intérieur de ces derniers que l'on devrait rencontrer les aquifères les plus intéressants comme l'ont montré les forages déjà exécutés. Ceux-ci devraient se trouver essentiellement dans la tranche inférieure du remplissage. (biocalcarénites de la nappe inférieure). Toutefois, il faudra vérifier que des passées très résistantes ne correspondent pas à des formations compactes dont la porosité utile pourrait être de ce fait diminuée. L'examen détaillé des coupes lithologiques disponibles permettra de délimiter les zones où un tel risque pourrait exister. Enfin, toutes les informations fournies par cette prospection électrique devraient permettre aux hydrogéologues, par comparaison entre les données géophysiques et les caractéristiques hydrodynamiques des forages déjà effectués de définir les zones d'intérêt pour l'implantation de nouveaux forages de reconnaissance.

Optimisation de fonctionnement d'un chenal algal à haut rendement

Jaouad Elghabi^{*}, Hichame Ihmaine, Meriem Bamaarouf, Jamal Eddine Jellal

Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Avenue Ibn Sina BP 765 Agdal, Rabat, Maroc

^{*} E-mail: jaouad.elghabi@gmail.com

En 1992, un système développé, associant un bassin anaérobie découvert à un chenal algal à haut rendement (CAHR), complété par l'adjonction d'un bassin de maturation et placé en aval du CAHR, a été construit pour la première fois, et à grande échelle, à Ouarzazate. La comparaison de ce système avec une filière de bassins de stabilisation (BDS) a conduit à la conclusion que ce système était plus performant que la série de trois bassins facultatifs des BDS, en plus d'une économie de superficie couverte d'au moins 40%.

Les expériences se sont multipliées ensuite sur le système afin de le rendre performant. Il s'est avéré nécessaire de construire deux bassins similaires en parallèle, pendant que l'un est mis en fonctionnement, le second est mis hors circuit pour permettre l'épaississement des boues accumulées en vue de leur évacuation. En effet, les boues doivent être évacuées tous les quatre à cinq ans, ce qui constitue la rubrique la plus importante dans les dépenses d'entretien et de maintenance des bassins anaérobies découverts.

Après la mise en eau de la station d'épuration d'Ouarzazate (site où la station ne peut être construite en aval des vents dominants), la population avoisinante a émis beaucoup de réticences quand aux mauvaises odeurs émanant de la station, ce qui a conduit à modifier le système. Les bassins anaérobies découverts ont alors été remplacés par des réacteurs couverts donnant ainsi naissance à une nouvelle configuration des réacteurs anaérobies (RA): le système intégré RA+CAHR, dont la première station fut construite à l'institut vétérinaire et agronomique (IVA) de Hassan II à Rabat en 1996.

Ce système peut être complété par l'adjonction d'un bassin de maturation en aval du chenal, afin de désinfecter l'effluent.

Nous avons entamé une étude d'ajustement des modèles de ce type de stations par des coefficients de fonctionnement. Ces coefficients permettent de relier les bilans de la phase diurne à ceux de la phase nocturne. Ces ajustements nous ont conduits à l'élaboration de nouveaux modèles, qui vont permettre d'optimiser le fonctionnement du CAHR. Ces modèles ont été vérifiés à l'aide des résultats expérimentaux de la station pilote de Rabat et de la Station d'épuration (STEP) d'Ouarzazate.

En effet, avec les modèles ajustés, nous avons obtenu une réduction considérable des dimensions du CAHR.

Mots clés: chenal algal à haut rendement, type de station d'épuration extensif appelée auparavant lagunage à haut rendement, modèles

Approche hydrodynamique et structurale des échanges entre l'aquifère de la plaine de Berrechid et le plateau de Settat, Maroc

El Houssine El Gasmi ^{*}, Bouabid El Mansouri, Mohamed Tammal, Lhoussaine Elmezouary

Laboratoire des Géosciences et des ressources naturelles, Groupe d'Hydroinformatique, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kénitra, Maroc

* E-mail: elgasmi.houssine@gmail.com

L'examen de certaines cartes piézométriques de Berrechid (Hazan et Moullard, 1962; El mansouri, 1993), du Chaouia cotée, (Ruhard, 1975; Zerouali et al., 2001), du plateau des phosphates (Archambault et al., 1975), confirmant que la circulation de l'eau souterraine et le drainage entre les nappes se fait souvent vers certaines formations préférentielles, de formations à faible coefficient de perméabilité vers d'autres à coefficient de perméabilité plus élevé, et suivant des zones de fracturation et de déformation tectonique. Il y a alors des abouchements de certaines nappes vers d'autres, et abaissement du niveau hydrostatique de l'assise la moins perméable (perméabilité d'interstice) dans l'assise la plus perméable (perméabilité de fissure) par un véritable phénomène de réfraction. On se trouve en présence d'un véritable phénomène de drainage hydraulique souterrain constitué par deux milieux perméables juxtaposés séparés par une surface quelconque : des failles, des fractures ouvertes à remplissage sédimentaire, surface d'érosion ou surface normale de contact sédimentaire.

Des phénomènes de drainage naturel observés en Tunisie ont été décrits pour la première fois par Schoeler (1935), il s'agit de cas de drainage de grès par des calcaires et des schistes, par des calcaires et des quartzites. La description des phénomènes observés dans les cartes piézométriques autour du bassin de Berrechid (ABHBC, 2004) vise à établir un meilleur schéma de fonctionnement de l'aquifère de Berrechid, et l'élaboration du modèle mathématique pour l'étude de la gestion des ressources en eau de la nappe et une rationalisation de l'exploitation des eaux souterraines dans les régions où coexistent des formations géologiques de perméabilités différentes.

Mots clés: drainage hydraulique souterrain, modélisation numérique des écoulements, aquifère, bilan hydrique, phénomène de réfraction piézométrique, abouchements de nappe

Références

Agence du Bassin Hydraulique de Bouregreg et de la Chaouia (ABHBC), 2004. Synthèse des études antérieures et actualisation des données hydrogéologiques de la nappe de Berrechid.

Archambault C., Combe M., Ruhard J.P., 1975. Le plateau des phosphates. Tome de ressources en eau du Maroc, Tome2, 244-250.

Hazan R., Moullard L., 1962. Notice hydrogéologique de la plaine de Berrechid. Office national des irrigations. Services des ressources en eau, Rabat.

Ruhard J.P., 1975. Chaouia et plaine de Berrechid. Ressources en eau du Maroc, Tome2, p.199, 208, 227.

Schoeller H., 1936. Le drainage naturel des nappes. *Bull. Ann. C.E.E.S.*, Rabat, p.31

Zerouali A., Lakfifi L., Larabi A., Ameziane A., 2001. Modélisation de la nappe de Chaouia côtière (Maroc), p.6

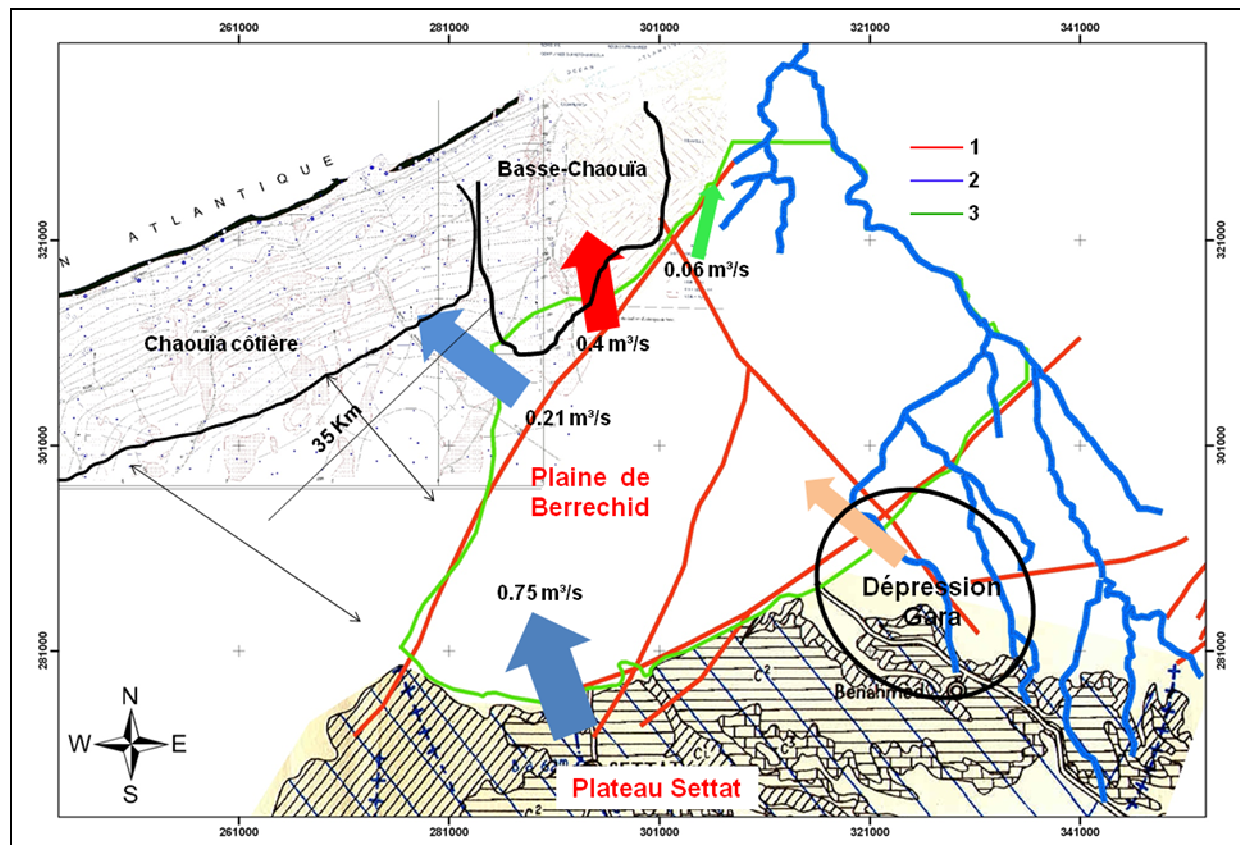


Fig.1. Situation de la plaine de Berrechid et sens d'écoulement des eaux souterraines, 1. failles, 2. réseau hydrographique, 3. limite de la nappe de Berrechid.

Contribution à l'étude de la biodiversité agricole dans la région de Tlemcen et la stratégie de préservation pour un développement durable. Cas de la pomme de terre

Mohamed El Haïtoun, Fatiha Barka *

Département d'Ecologie et Environnement, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

*E-mail: barka_fatiha2@yahoo.fr

La pomme de terre *Solanum tuberosum* occupe une place très importante et fait partie des aliments de base en Algérie. Elle figure parmi les cinq récoltes les plus importantes, elle est classée comme étant la quatrième culture dans le monde après les céréales.

En Algérie, l'importance de la pomme de terre n'est pas à démontrer puisqu'elle constitue l'aliment principale de la majorité de la population, mais les besoins ne cessent de grandir alors que la production reste presque stable, ceci peut être expliqué par l'augmentation des surfaces et une diminution des rendements.

En raison des besoins croissant de la consommation, la pomme de terre fait l'objet d'une attention particulière par l'amélioration des facteurs de production et la maîtrise des travaux culturaux. De même un programme de contrôle phytosanitaire adéquat est nécessaire. 40% des pertes de production sont causées par les bio-agresseurs.

La pomme de terre est l'une des cultures maraîchères les plus touchées par les pertes de rendement. Cette culture dans les zones où elle est très pratiquée telle que la région de Tlemcen, Mascara, etc. se trouve confrontée à différents problèmes liés aux aléas climatiques (manque d'eau, sécheresse), à la mauvaise qualité des semences et aux nombreuses attaques de champignons, bactéries, virus, nématodes et insectes.

Pour cela plusieurs travaux ont été destinés à étudier certaines maladies fongiques de la pomme de terre dans la région de Tlemcen.

L'objectif de notre étude s'articule autour de (i) la prospection et recherche des maladies fongiques dans différentes régions de la Wilaya de Tlemcen, (ii) l'isolement des agents pathogènes responsables de la maladie, (iii) l'étude des caractéristiques morphologiques des champignons isolés, leurs identifications, et par la suite (iv) la réalisation du test de la pathogénicité des agents isolés.

Le cycle biologique de cette plante peut se trouver profondément perturbé, d'une part sous l'action pathogène de certains organismes vivants et d'autre part, sous l'effet défavorable d'agents extérieurs. De tous temps, les plantes ont subi les attaques de parasites animaux ou végétaux dont les effets sont d'empêcher ou de limiter leur développement, voire de provoquer leur mort.

Mots clés : Tlemcen, *Solanum tuberosum*, maladies, agent causal, symptômes, lutte - prévention, veille phytosanitaire, développement durable

Caractérisation physico-chimique des eaux potables produites par la station de traitement de Mkansa, Maroc

Tarik El Hammoumi *

Equipe Environnement et Parasitologie, Laboratoire de Biologie et Santé, Université Ibn Tofail, BP 133, 1400
Kenitra, Maroc

* E-mail: alae778711@hotmail.fr

Ce travail porte sur l'évaluation de l'eau potable produite par la station de traitement de Mkansa à partir des eaux de l'Oued Sebou au niveau de la région Mkansa (province de Tawnate, Maroc). L'analyse d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques indicateurs de la pollution des eaux (température, pH, conductivité électrique, turbidité, oxygène dissous, chlorures, dureté totale et alcalinité) a révélé que les teneurs en ces éléments sont très élevées dans les eaux brutes de l'Oued Sebou ce qui indique une forte pollution. Par contre, ces teneurs diminuent largement après traitement et sont toujours inférieures aux valeurs maximales admissibles selon les normes marocaines de la potabilité. Néanmoins ces eaux traitées, destinées à l'alimentation humaine, restent chargées en matières minérales (valeurs moyennes), exprimée en terme de chlorure: 567,8 mg/L, conductivité électrique: 1899,25 μ S/cm et dureté totale: 31°f.

Mots-clés : eau potable, station de traitement, Mkansa, paramètres physico-chimiques, Oued Sebou

Impact de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la nappe phréatique de la région de Tiznit

Mounir Elheloui^{*}, Rachida Mimouni

Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Naturelles, Agadir, Maroc

^{*} E-mail: elhelouimounir@yahoo.fr

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture sur la qualité des eaux souterraines. Pour ce fait, plusieurs paramètres physico-chimiques ont été mesurés. Les résultats préliminaires de cette étude montrent une concentration moyenne en nitrates de 107 mg/L. Les valeurs de la conductivité des eaux des puits P1, P2, P4 et P5 sont comprises entre 1470 et 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le puits P3 avec une moyenne de 11703 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductivité occupe la classe très mauvaise ($>3000 \mu\text{S}/\text{cm}$) et dépasse les normes de l'OMS, soit 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. Les eaux des puits analysés présentent une pollution bactériologique, avec des valeurs de la flore mésophile aérobie totale dénombrée à 22°C et à 37°C comprises entre 45 ufc/mL et 213 ufc/mL et entre 9 ufc/mL et 124 ufc/mL respectivement. En outre, la contamination par les coliformes est remarquée par la présence d'un degré élevé en coliformes totaux (CT) qui varie entre 0 ufc/100 mL dans le puits P1 et 9103 ufc/100 mL dans le puits P4. Les coliformes fécaux (CF) n'ont pas été mises en évidence dans l'eau des puits P1, P2, P3 et P5 (0 CF/100 mL). Cependant, l'eau du puits P4 renferme des taux variant de 0 CF /100 mL à 210 CF/100 mL. Ces valeurs dépassent la norme nationale fixée (0 CT /100 mL et 0 CF /100 mL). Concernant les entérocoques (SF), la valeur varie entre 4 SF/100 mL et 3500 SF/100mL valeur mesurée dans P3. Ces valeurs obtenues dépassent aussi la norme nationale fixée à 0 SF/100 mL. L'ensemble des résultats montre que la nappe phréatique de Tiznit présente des signes de dégradation, ainsi l'utilisation de la nappe pourrait constituer un risque sanitaire important pour ses consommateurs.

Mots clés: eaux usée, eaux de puits, pollution physico-chimique et bactériologique, Tiznit

Caractérisation sédimentologique et physico-chimique des sédiments de carottes de la retenue du barrage Sidi Chahed, nord-ouest de Meknès, Maroc

Abdellah El Hmaidi ^{1,*}, Driss Abrid ¹, Abdelaziz Abdallaoui ², Ali Essahlaoui ¹, Abdelhadi El Ouali ¹

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Equipe Chimie Analytique et Environnement, Laboratoire de Chimie-Biologie Appliquées à l'Environnement, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail : elhmaidi@yahoo.fr

L'objectif de cette étude porte sur la détermination des paramètres sédimentologiques, texturaux et physico-chimiques (granulométrie fine et grossière, teneurs en carbonates, teneurs en matière organique, pH, conductivité) et leur traitement statistique (matrice de corrélation, ACP, AFC) dans les sédiments de la retenue du barrage Sidi Chahed, NW de Meknès. Deux petites carottes de 50 cm de long ont été prélevées à l'aide d'un carottier manuel au niveau de l'embouchure de l'Oued Mikkès et de l'Oued Jajouyinne.

L'ensemble des résultats montre que les sédiments sont riches en carbonates et en fraction granulométrique fine. Ils sont aussi caractérisés par un pH basique et une conductivité électrique assez élevée reflétant une salinité anormale des eaux du barrage Sidi Chahed. Les variations verticales irrégulières reflèteraient probablement les variations saisonnières des dépôts. L'importance des teneurs en matière organique dans la carotte 2 serait en relation avec une pollution organique d'origine anthropique en provenance des rejets domestiques le long de l'Oued Mikkès. De même, les valeurs de la conductivité électrique, plus élevée dans la carotte 2 reflèteraient un autre type de pollution naturelle due à la salinité élevée en relation directe avec l'érosion des terrains triasiques salifères en amont de l'Oued Mikkès.

L'analyse statistique a permis de classer l'ensemble des échantillons et des paramètres analysés et de déterminer les coefficients de leurs corrélations.

Mots clés : barrage Sidi Chahed, sédiments, paramètres physico-chimiques, variations saisonnières, pollution

Outil SIG et gestion quantitative et qualitative des ressources en eau dans la préfecture de Meknès Ismaïlia

Zakaria El-Houbi *, Ali Essahlaoui

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: elhoubi.zakaria@gmail.com

En raison de sa position géographique, la région de Meknès Ismaïlia, soumise à l'influence du climat semi-aride, agrégé aux sécheresses épisodiques, présente des ressources en eau limitées. Malgré cette situation qui apparaît contraignante, la région a pu satisfaire ses besoins en eau des différents secteurs, même pendant les périodes de pénurie. L'eau consommée localement provient principalement de la nappe profonde des calcaires et calcaires dolomitiques d'âge liasique (Essahlaoui et al., 2000).

L'eau représente un facteur d'hygiène, et de perfectionnement pour la population. Durant ces dernières décennies, l'augmentation de la population de la ville de Meknès et le développement agro-alimentaire en plus de l'utilisation excessive des ressources en eau en agriculture, principale activité humaine dans la région ont induit la mise à disposition de nouvelles ressources hydriques mais surtout adopté une meilleure gestion de cette ressource épuisable. Dans ce sens, l'utilisation des SIG constitue un outil pour l'aide à la bonne gestion, la rationalisation des ressources en eau.

Dans le cadre de notre travail, nous avons pu élaborer une base de données (BD) cartographiques sur les potentialités hydriques aussi bien superficielle et profonde de la région de Meknès Ismaïlia. Cette BD comporte un inventaire exhaustif des différentes ressources : sources d'eau, puits, forages de reconnaissance, d'exploration et d'exploitation, débits de principaux oueds, informations sur le niveau piézométrique des deux nappes superficielle et profonde.

Des cartes thématiques ont été élaborées selon les différentes communes de la province d'Ismaïlia. Ceci nous a permis de déceler rapidement les communes ayant une pénurie importante en eau ou qui auront un manque d'eau dans le futur. Les documents cartographiques établis constituent des documents de base pour élaborer des stratégies d'action sur le terrain.

Notre étude s'est intéressée aussi non seulement à l'aspect quantitatif mais à l'aspect qualitatif. En effet, pour évaluer qualitativement les ressources en eau dans la région, plusieurs échantillons d'eau ont été analysés. Cette base de données est complétée par les analyses réalisées antérieurement. Ces analyses d'eau montrent généralement une dégradation de la qualité des eaux en allant du sud vers le nord et surtout en amont de la ville de Meknès.

Cette étude a permis de recenser les différentes ressources en eau de la région de Meknès Ismaïlia, faire une analyse spatiale quantitative et qualitative par commune des ressources. Enfin nous projeterons à l'aide de cette base de données pré-établie de faire une analyse comparative entre les maladies hydriques, et la qualité des eaux de la région.

Mots clés : eau, gestion quantitative, SIG, ressource en eau, Meknès Ismaïlia

Référence

Essahlaoui, A. , 2000. Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le bassin de Meknès-Fès (Maroc). Proposition géoélectrique, et étude hydrogéologique et inventaire des ressource en eau. *Thèse de doctorat en Sciences Appliquées*, Ecole Mohammadia des ingénieurs, Rabat, Maroc, 258p.

Démarche de modélisation d'un écosystème lacustre: application au Lac Sidi Abderrahman, région de Safi, Maroc

**Khalid Elkalay^{1,2,*}, Karima Khalil¹, Wafae Belokda², Blaid Bougadir¹, Mohammed
Loudiki³**

¹ Laboratoire SAEDD, Ecole Supérieure de Technologie d'Essaouira, Km 9, Route d'Agadir, Essaouira Aljadida
BP 383, Essaouira, Maroc

² Equipe EnSa, Faculté Polydisciplinaire de Safi (FPS), Route Sidi Bouzid, BP 4162, 46000 Safi, Maroc

³ Faculté des Sciences Semlalia de Marrakech (FSSM), Bd. Prince Moulay Abdellah, BP 2390, 40000
Marrakech, Maroc

* E-mail: elkalay_khalid@yahoo.fr

L'effort de recherche mené durant deux ans sur le lac Sidi Abderrahman (région de Safi, Maroc), a permis une meilleure compréhension du fonctionnement de cet écosystème, tant sur le plan physico-chimique que sur le plan biologique. L'approche pluridisciplinaire suivie pour cette étude a été le développement de modèles de simulation de l'écosystème, associés à un suivi expérimental, aussi bien in situ qu'en laboratoire. L'objectif de ce travail a été non seulement d'améliorer la connaissance de cet écosystème, mais aussi de fournir un outil de simulation de scénarios. Nous présentons ici la démarche de cette étude pluridisciplinaire, qui associe étroitement expérimentation et modélisation, ainsi qu'un certain nombre d'enseignements quant aux limites de cette méthode de travail, et certaines recommandations importantes pour les équipes qui souhaiteraient suivre cette démarche.

Mots clés : modélisation écologique, suivi expérimental, lac Sidi Abderrahman

Regional distribution patterns of TDS and heavy metals in groundwater at Damascus city and its surroundings, Syria

Mohamed El-Kashouty^{1,*}, Ahmed El-Kammar¹, Mohamed Mokhtar Yehia², Ghadir Miro¹

¹ Department of Geology, Faculty of Science, Cairo University, Egypt

² Central Laboratory for Environmental Quality Monitoring, National Water Research Center, Kanater El-Khairia, Egypt

* E-mail: mohamedkashouty@yahoo.com

Contamination of groundwater by heavy metals due to agricultural and industrial activity is growing recently. The objective of this study is to evaluate and map regional patterns of heavy pollutants (NO_3 , Al^{3+} , Cd, Fe, Mn, Ni, Pb, Cr, As, Sb, Se, Sn, and V) and TDS concentration in groundwater. Presently, the groundwater is the only water resource for drinking and irrigation purposes in Damascus Basin. Forty-one groundwater samples were collected from the Quaternary and Quaternary-Neogene aquifers and analyzed with respect to major and trace elements by ICP-MS and conventional techniques. The TDS concentration decreases to the northwestern part (400 ppm) and increases in the southeastern part (1500 ppm). Most of the groundwater are unsuitable for potable uses with respect to Al and Cd concentrations. Also, they are frequently unsuitable for drinking purpose with respect to Fe, Mn, and Ni. They are suitable for irrigation with respect to Pb content, but unsuitable regarding Cr content. The As, Sb, Se, Sn and V concentrations are below the detection limit and far below the maximum permissible limits estimated by WHO (2006). The principle component analysis was classified into six factors depending on major and trace elements. Some of the contaminants have high level in the groundwater due to the absence of sewer system, the municipal, industrial, agricultural, and hospital wastewaters dump in the Barada River. Septic tanks are widely distributed in the study area and, in addition, there is extensive use of recycled wastewaters from Adra station, and cattle breeding activity.

Keywords: hydrochemistry, groundwater statistics, groundwater/surface-water relations, health, Damascus, Syria

Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la décharge de Ouled Berjal, Kenitra, Maroc

Mina Elmarkhi*, Fatima Benelharkati, Khadija Elkharrim, Sanae Sadek, Driss Belghyti

Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, BP 133,
14000 Kenitra, Maroc

* E-mail: elmmina@hotmail.fr

Au Maroc, à l'instar de tous les pays du monde, les activités socio-économiques couplées à l'accroissement démographique et aux changements dans le mode de consommation génèrent une production importante de déchets solides municipaux (DSM). De ce fait, Kenitra doit faire face à l'augmentation continue du volume des déchets produits par sa population. Cette situation a rendu plus ardues d'une part, les opérations de collecte, d'évacuation et d'élimination des déchets ménagers et assimilés, et d'autre part, la maîtrise et le contrôle des déchets industriels, spéciaux et dangereux généralement envoyés aux décharges sans distinction. Pour l'amélioration de cette situation, la commune urbaine de Kenitra a décidé de confier ses services de collecte des déchets urbains, de nettoyage des rues et de la gestion de la décharge publique à des opérateurs professionnels privés dotés d'outils de gestion moderne, basés sur de nouvelles méthodes d'organisation et de gestion par l'optimisation des coûts de collecte, de transport et d'enfouissement sanitaire des déchets.

Le présent travail, a pour objectif d'évaluer la charge du lixiviat de la décharge d'Ouled Berjal à Kenitra par des analyses physico-chimiques. Le suivi temporel des échantillons a relevé les résultats suivants: température entre 24 et 25°C, pH au voisinage de la neutralité (6,71 à 7,28), conductivité électrique de 20020 à 26500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la salinité de l'ordre de 13,53 g/L, turbidité de 1649 NTU, DBO_5 entre 640 et 982 mg d' O_2/L , dureté moyenne de 1510,75 mg/L, sodium entre 3492,78 et 3776,6 mg/L, potassium de l'ordre de 1737,15 mg/L, ammonium avec une valeur moyenne de 2005,90 mg/L, nitrate de l'ordre de 12,5 mg/L, concentration des ions SO_4^{2-} de 1580 mg/L, chlore avec une teneur de 6231,13 mg/L et bicarbonate de 1530,72 mg/L.

En général, les valeurs obtenues dépassent les normes de la qualité des eaux usées recommandées par l'OMS et CNS (1994). Le suivi spatio-temporel de plusieurs facteurs, nous a fourni l'image d'une pollution intense. En effet, la zone de la décharge est touchée par une pollution biologique et chimique qui met en risque la nappe phréatique sous-jacente.

Mots clés : décharge d'Ouled Berjal, physico-chimie, bactériologie, lixiviat, Maroc

La réponse au problème de la pénurie d'eau prévisible par la recharge artificielle dans la nappe de Tafilalet, Maroc

Lhoussaine Elmezouary^{*}, Bouabid El Mansouri, El Houssine El Gasmi, Jamal Chao, Malika Kili

Laboratoire des Géosciences et des ressources naturelles, Groupe d'Hydroinformatique, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 1400 Kénitra, Maroc

^{*} E-mail: el.mezouary.lhoussaine@gmail.com

La région du Tafilalet est située au sud-est du Maroc dans le domaine pré-saharien sud atlasique, et couvre une superficie de 77500 km². Ce vaste territoire englobe quatre grands bassins versants: Ziz, Guir, Rheris, et Maider, orientés nord-sud. Ces bassins sont limités au nord par le Haut Atlas et latéralement par les plateaux issus de ce dernier (Pare, 2006). Le plus important est le bassin versant du Ziz, il s'étend depuis le Haut Atlas, jusqu'à la plaine du Tafilalet. C'est à cette plaine que se rapporte la présente étude (Fig.1). La plaine de Tafilalet constitue la vallée commune des Oueds Ziz et Rheris. C'est une plaine alluviale dont le centre est occupé par les palmeraies de Tizimi et Tafilalet. Elle est d'une surface de l'ordre de 600 km² (Margat, 1962). La plaine de Tafilalet est caractérisée par un climat semi-désertique, dû à la présence des chaînes Anti et Haut Atlasique qui empêchent l'influence océanique (Zerhouni, 1981).

Ce travail porte sur l'étude des possibilités de la recharge artificielle de la nappe de Tafilalet. Cette nappe subit depuis plusieurs années un rabattement piézométrique de l'ordre de 0.35 m/an en moyenne. Ce qui signifie que le bilan hydraulique de la nappe est déficitaire et sa régénération devient une nécessité pour garantir le développement de la région. La recharge artificielle est une technique testée dans plusieurs régions du monde pour augmenter les volumes des ressources en eau souterraines. Afin de mener une opération de recharge artificielle, deux étapes sont nécessaires: (i) localisation des sites favorables pour cet aménagement, (ii) quantification des ressources en eau qui devraient être injectées.

Afin de localiser le(s) site(s) favorable(s) pour l'aménagement, et sur la base des données topographiques, géomorphologiques, climatologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, et en utilisant la technologie des systèmes d'information géographique (SIG), nous avons établi une carte à l'échelle du domaine de la nappe qui montre un classement de son domaine selon son aptitude à la recharge artificielle (Fig.1).

Dans une seconde étape, la technologie SIG a été utilisée également pour la délimitation des sous-bassins à l'amont de la nappe. La surface de ces sous-bassins permet de calculer leurs contributions dans la génération des écoulements de surface, en particulier pendant l'avènement de crues. Différentes formules de calcul de débits, à différentes périodes de retour ont été utilisées pour l'évaluation des débits qui seront retenus pour la recharge artificielle.

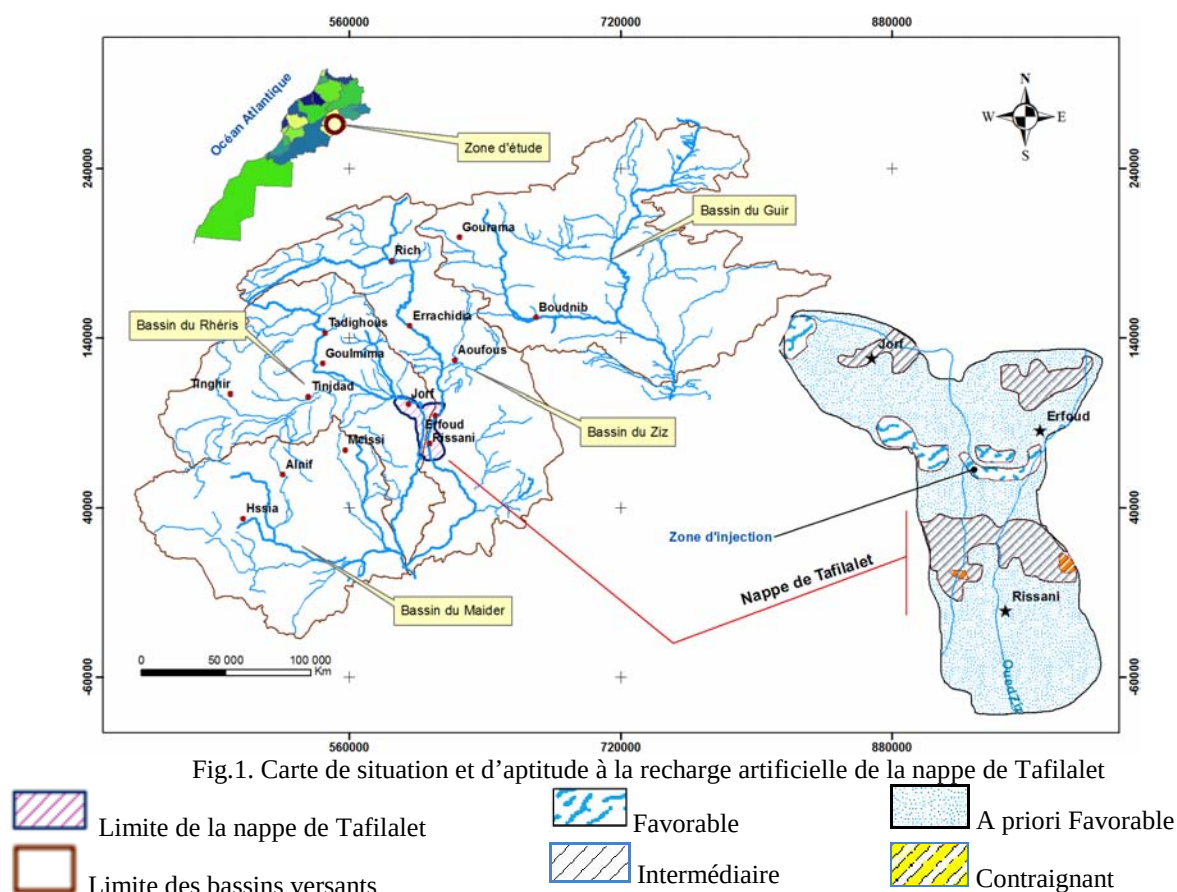
Dans une ultime étape, nous avons établi un modèle numérique en régimes permanent puis transitoire, calés respectivement sur les années 1971 et 2003. En retenant un site favorable pour la recharge artificielle, nous avons considéré un bassin de 500mx500m. Le débit retenu pour l'alimentation de la

recharge artificielle est de $1,7.10^{-6}$ m/s. L'injection de tel débit a montré que le niveau piézométrique a connu une élévation de 0.5 à 9 m en fonction de la proximité du site d'injection. La simulation numérique en régime transitoire de la recharge artificielle avec des paliers de débit a fourni des résultats satisfaisants, même si la validation reste insuffisante en raison de contraintes de la rareté des données et le facteur du temps qui est sensé attendu afin de comparer les résultats simulés et le comportement réel de la recharge artificielle dans la nappe.

Mots clés : modélisation hydrodynamique, recharge artificielle, Modflow/GMS, SIG ArcGis, aquifère de Tafilalet, bilan hydrique, scénarios

Références

- Margat, J., 1962. Etude hydrogéologique du bassin Quaternaire de Tafilalet. *Ressources en Eau du Maroc*, 310-380.
- Pare, S., 2006. Contribution à la détermination d'un terme du bilan hydrologique dans la région d'Errachidia-Tafilalet. *Thèse de doctorat*, Université Mohammed V, Agdal Faculté des Sciences, Rabat, 6.
- Zerhouni, A., 1981. Maîtrise des eaux dans le périmètre de Tafilalet. *Hommes, Terres et Eaux*, 11(42), 13-19.



Contribution à l'étude et à l'évaluation de l'état hydromorphologique et géomorphologique du cours d'eau de l'Oued Sebou

Mohamed El Mimouni ^{1,*}, Ali Essahlaoui ¹, Lahcen Chillasse ²

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201, Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: elmimouni2@gmail.com

L'objectif de ce travail est de contribuer à la réalisation d'un état des lieux de l'hydromorphologie des masses d'eau du bassin du Sebou, et donc répondre à la question : quels sont les impacts de l'hydromorphologie sur l'état écologique des masses d'eau du Sebou? En effet, la qualité d'une masse d'eau se définit non seulement au travers des indicateurs chimiques et physicochimiques «classiques» mais également des indices hydromorphologiques (régime hydraulique, continuité écologique-franchissabilité des barrages, conditions morphologiques : ripisylves, diversité des habitats, fuseau de mobilité du cours d'eau).

Les paramètres hydromorphologiques qui soutiennent les paramètres biologiques sont :

- (i) les conditions morphologiques : diversité des profondeurs, de la largeur de la rivière, du substrat du lit et de la végétation des rives ;
- (ii) la continuité écologique de la rivière : montaison et dévalaison des espèces aquatiques ; flux de sédiments, connexions avec les annexes hydrauliques ;
- (iii) le régime hydrologique : respect de débits minimums d'étiage, présence de crues morphogènes, temps de retour de un à trois ans en général R, connexions avec les eaux souterraines.

Dans cette deuxième partie, on présente les paramètres choisis pour évaluer l'état hydromorphologique des masses d'eau du Sebou, ainsi que la technique d'étude prise pour chaque paramètre. Ces paramètres sont choisis en fonction des données mis à notre disposition par l'agence du bassin du Sebou, le financement destiné à cette étude hydromorphologique surtout pour les données et les missions de terrain, et en fonction aussi de la durée du stage.

Les éléments ainsi étudiés sont :

- (i) l'inventaire des obstacles sur le réseau hydrographique du Sebou à partir d'une base de données (corrigée et complétée) de l'ABHS ;
- (ii) l'identification des annexes hydrauliques existants sur le Sebou à partir de l'interprétation des données satellites Aster et Landsat ;
- (iii) l'état de la ripisylve riveraine à partir des missions de terrain ;

(iv) l'estimation de l'état du corridor rivulaire à partir des données satellitaires précitées et des images Google Earth.

L'analyse géomorphologique a été basée essentiellement sur la carte géologique du bassin de Sebou en plus du modèle numérique de terrain (MNT). Ce dernier a été réalisé à partir des images SRTM de 30 m de résolution. Des cartes thématiques ont été établies à savoir : la carte des pentes, des orientations, des ombrages, etc. Des caractéristiques morphologiques ont été déterminées pour les différents sous-bassins versants. Une analyse statistique multidimensionnelles (ACP, CHA, etc.) des différentes caractéristiques des sous-bassins versants de l'Oued Sebou a été effectuée pour comprendre l'importance de chaque paramètre sur sa réponse pluviométrique.

En conclusion, la morphologie est généralement naturelle vers l'amont et à contrôle anthropique vers l'aval. Vers l'amont on trouve des formes d'érosion naturelle avec des cours d'eau très sinueux, alors que vers l'aval on assiste à des formes de rectification des berges et une morphologie méandriforme donnant place à des inondations.

Mots clés : Sebou, masse d'eau, hydromorphologie, ripisylve, Landsat, MNT

Impact d'une période pluvieuse sur la nappe quaternaire de la plaine de Tafilalet, sud-est du Maroc

Abdelhadi El Ouali ^{1,*}, Hassane Laamrani, Ali Essahlaoui, Abdellah Elhmaidi, Mohammed Yijjou

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: abdelhadielouali@yahoo.fr

La présente étude est menée au niveau de la plaine de Tafilalet située au sud-est marocain (4°11'W-4°24'W, 31°00'N-31°42'N) (Fig.1). Son objectif est de montrer la relation entre l'écoulement de surface et la recharge de la nappe alluviale du secteur d'étude. La méthodologie utilisée est basée sur l'exploitation des données pluviométriques et hydrométriques enregistrées au niveau de la station radier d'Erfoud, et aussi sur l'étude de l'évolution de la piézométrie de la nappe.

La zone d'étude est drainée par l'Oued Ziz qui prend naissance dans les hauts sommets du Haut Atlas central au nord d'Errachidia et descend vers le sud où il conflue avec l'Oued Rheris pour former l'Oued Daoura, qui se perd, vers le sud, dans le désert. Le climat est hyper-aride à saharien, caractérisé par des précipitations peu abondantes et très irrégulières dans le temps, avec une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 80 mm et un nombre de jours de pluie par an très réduit : 25 jours en moyenne. L'évapotranspiration constitue le facteur de perte en ressource le plus important.

De point de vue hydrogéologique, dans la région d'étude, la nappe phréatique est une nappe de plaines alluviales quaternaires circulant dans des terrains variés et hétérogènes localement très perméables, peu profondes et peu puissantes. Elle est alimentée surtout par infiltration d'eau superficielle d'apports naturels (crues) ou artificiels (irrigations) et déchargée surtout par évapotranspiration.

Le régime des fluctuations annuelles du niveau piézométrique est étroitement lié à celui des cours d'eau superficiels. Ainsi l'importance des disponibilités des eaux souterraines dans la zone dépend de l'abondance des eaux de surface qui l'alimentent. En effet, avant l'instauration du barrage Hassan Addakhil, la nappe circulant dans la plaine de Tafilalet était bien alimentée par les eaux de crue de l'Oued Ziz. Après la mise en service du barrage, ce dernier reçoit toutes les eaux de crues de l'Oued provenant du Haut Atlas. Le régime annuel d'écoulement de l'Oued Ziz est devenu très irrégulier et lié à l'irrégularité des précipitations et aux lâchers du barrage. Ceci a provoqué une baisse du niveau piézométrique de la nappe, menacée qualitativement par la haute concentration chimique des eaux qui rend leur utilisation difficile.

En revanche, le déficit de la recharge de la nappe quaternaire de Tafilalet a été en partie atténué par les importantes précipitations connues dans la région au cours de l'année 2008-2009.

Ainsi, au cours de cette année hydrologique la région d'Errachidia a reçu des précipitations importantes (180 mm au radier d'Erfoud) qui ont conduit au remplissage jamais connu du barrage Hassan Addakhil (100%). Ce qui a entraîné un déversement durant la période allant du 20/10/2008 jusqu'au 21/05/2009.

Un écoulement permanent et continu de l'Oued Ziz durant sept mois a été observé avec une saturation de la nappe au niveau de Maadid (Photo 1) et Sfalat à Rissani.

L'affleurement du niveau piézométrique a entraîné l'apparition de plusieurs lacs et Merjas (région de Maadid et Sfalalt), en plus de l'apparition de certaines sources qui ont tari, il y a plusieurs décennies (depuis les années 1970).

D'autre part, cette remontée du niveau piézométrique au niveau de Maadid a causé des dégâts dans l'infrastructure de la région. Enfin, cette recharge va induire automatiquement une dilution des sels contenus dans la nappe et une diminution de la teneur en sel.

Mot clés : plaine de Tafilalet, nappe quaternaire, Oued Ziz, barrage Hassan Addakhil, recharge, niveau piézométrique

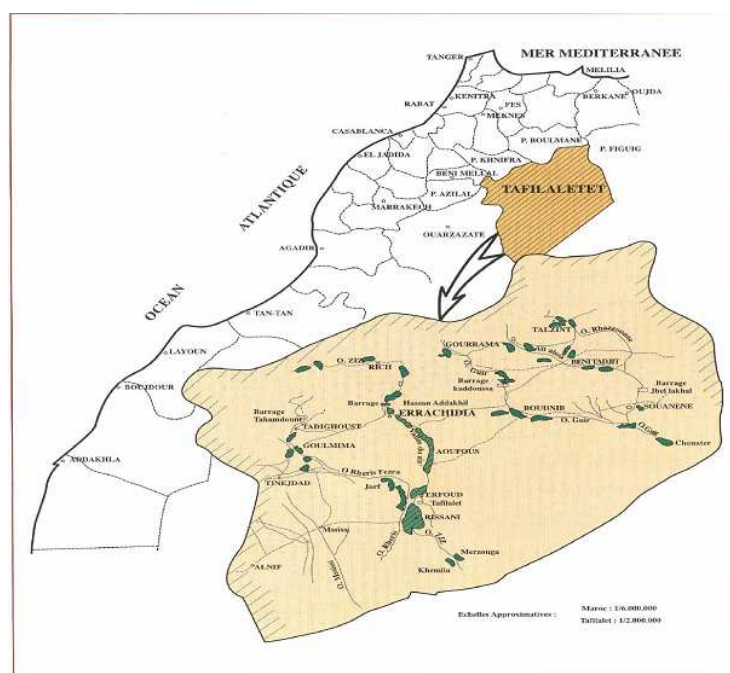


Fig.1. Situation de la zone d'étude



Photo 1. Saturation de la nappe au niveau de Maadid

Détermination des éléments traces dans les échantillons d'eau par ICP-MS

Adil El Yahyaoui^{*}, Hamid Marah, Radouan Saadi, Fatima Raibi

Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP1382, RP 1001
Rabat, Maroc

^{*} E-mail : adilelyahyaoui@gmail.com

Au sein de tout laboratoire l'utilisation d'une technique en spectrométrie atomique n'est pas une tâche facile, car cela exige une compréhension des problèmes analytiques rencontrés et des possibilités des différentes techniques existantes. Le paramètre le plus important en spectrométrie de masse, comme pour toute autre technique, est la plus basse concentration quantifiable dans un échantillon. Ainsi la mise au point de méthodes analytiques permettant d'atteindre des seuils de détection de plus en plus bas répond à un besoin croissant dans les différents champs de recherche.

Dans ce cadre l'ICP-MS ou Spectrométrie de Masse à Source Plasma à Couplage Inductif est devenue incontournable pour l'analyse simultanée des éléments trace et ultra-traces (éléments dont la teneur est inférieure à 10^{-6} g/g) et pour la détermination des rapports isotopiques dans les roches, l'eau, les sols et les systèmes biologiques. En routine, cet appareil permet d'analyser en quelques minutes 20 à 30 éléments différents dans les matériaux les plus variés. Dans notre laboratoire nous utilisons un appareil ICP-MS (Thermo XSeries 2) pour déterminer les concentrations des éléments traces (Li, Be, B, Al, Si, P, S, Ti, Cr, Fe, As, Sr, Pb, U) contenus dans les échantillons d'eau. Les différents tests effectués pour la validation de la méthode d'analyse des échantillons d'eau par ICP-MS nous ont permis de déterminer la limite de détection (LD) et la limite de quantification (LQ), pour chacun des éléments cibles (Tableau 1).

Éléments	LD ppb	LQ ppb
7Li	0,0071	0,0235
9Be	0,0016	0,0053
11B	0,3429	1,1431
27Al	0,0593	0,1977
29Si	1,44	4,8146
31P	0,3323	1,1077
33S	0,0840	0,2800
47Ti	0,0129	0,0429
52Cr	0,0079	0,0265
56Fe	0,2487	0,8289
57Fe	0,1865	0,6216
75As	0,0058	0,0192
88Sr	0,0022	0,0074
208Pb	0,0063	0,0211
238U	0,0002	0,0006

Tableau 1. LD et LQ pour différents éléments

Nous avons effectué les tests de justesse sur les éléments traces en analysant trois eaux certifiées (TMDA-51.3, TM-25.3 et 1643e). Les résultats obtenus montrent que les RSD sont généralement <2% et qu'entre les valeurs certifiées et les valeurs mesurées l'accord est bon (<5%). En revanche pour les interférences dont souffre l'analyse de quelques éléments (Fe, Cr, As, S), elles ont été surmontées par

l'utilisation de la chambre de collision en utilisant comme gaz de collision un mélange d'hydrogène et d'hélium. Concernant les interférences d'oxydes et des doublements chargés, les tests effectués démontrent la constance des rapports CeO^+/Ce^+ et $\text{Ba}^{++}/\text{Ba}^+$, ce qui permet la construction d'équations linéaires de correction, équations qui corrigent efficacement les contributions produites.

Enfin, une séquence analytique qui respecte l'ensemble des contraintes de qualité des mesures et de minoration des temps et des coûts d'analyse a été mise au point. Elle devrait, en principe, être transposée à l'ensemble des laboratoires possédant des ICP-MS et désireux de l'utiliser pour le dosage des éléments traces en solution dans les eaux douces naturelles.

Dans un autre contexte, relatif cette fois-ci à la qualité des eaux, le contrôle de la contamination des eaux est devenu une nécessité, voire une urgence étant donné que le bassin du Gharb contient une grande activité agricole et industrielle, source potentielle de métaux lourds. L'évaluation de la contamination est assurée quantitativement en comparant les concentrations des métaux toxiques (As, Pb et Cr) aux normes de l'OMS, et qualitativement en déterminant leurs distributions dans les différentes nappes.

Des résultats obtenus, nous pouvons déduire que pour l'As, Pb et Cr, les valeurs dans tous les échantillons ne dépassent pas celles recommandées par l'OMS, ce qui montre que ces eaux ne représentent aucune toxicité liée à ces éléments, leurs valeurs peuvent cependant, servir comme base pour le suivi et la surveillance de la pollution du bassin.

Caractérisation des réservoirs d'eau souterraine à l'aide de l'analyse statistique et géostatistique des sondages électriques au sud du bassin de Saïss, Maroc

Ali Essahlaoui^{1,*}, Joëlle Riss², Colette Sirieix², Antoine Marache²

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Institut d'Ingénierie et de mécanique, CNRS UMR 5125 (I2M), Université de Bordeaux, France

* E-mail: essahlaoui@gmail.com

Le bassin de Saïss est caractérisé par un climat semi-aride. Dans cette région, les besoins en eau s'accroissent de plus en plus et l'accès aux ressources en eau constitue un facteur primordial dans le développement économique, l'amélioration du niveau de vie des populations et de leur stabilisation. Il est constitué principalement par des formations miocènes reposant sur des formations liasiques et surmonté par des formations plio-quaternaires (Cirac, 1987). Dans le secteur d'étude, on distingue deux réservoirs aquifères importants : celui de la nappe phréatique du Plio-Quaternaire et celui de la nappe profonde du Lias. L'eau consommée localement provient principalement de la nappe profonde des calcaires et calcaires dolomitiques du Lias. Afin d'éviter sa surexploitation, la recherche de nouvelles ressources superficielles s'impose.

La prospection géoélectrique est largement utilisée au Maroc pour des reconnaissances hydrogéologiques (Essahlaoui, 2011). Le but de ce travail est de proposer de nouvelles techniques d'interprétation des sondages électriques verticaux en un temps réduit (Riss et al., 2011), par l'établissement entre autre des images 2D horizontales et verticales de l'estimation de la distribution des résistivités électriques apparente (modélisation géostatistique, etc.).

Dans le but de caractériser électriquement le secteur d'étude (Sud de la plaine du Saïss), une analyse statistique des résistivités apparentes de sondages électriques verticaux a été réalisée. Cette simple analyse descriptive est suivie par une étude statistique multidirectionnelle : analyse en composantes principales (ACP) et par une classification ascendante hiérarchique (CAH).

L'analyse statistique a permis de distinguer les zones homogènes au regard de la résistivité apparente des terrains : cinq classes ont été déterminées, caractérisées par leur sondage moyen, leur variabilité, leur situation géographique et contexte géologique. La cohérence avec les données lithostratigraphiques et hydrogéologiques connues est encourageante quant à l'interprétation des données en profondeur. Cette étude montre l'importance de l'approche statistique et géostatistique, comme outil d'interprétation des sondages électriques. En effet, les méthodes de la géostatistique qui se basent sur la théorie des variables régionalisées ont permis de caractériser les fluctuations du paramètre résistivité apparente. Ainsi, pour atteindre l'objectif final, qui est celui de dresser une carte des résistivités en 3D du secteur, on est en mesure de dresser, par krigeage, des cartes de résistivités apparentes aussi bien horizontales que verticales.

Mots clés : réservoirs d'eau, sondages électriques, statistiques, géostatistiques, ACP, CAH, bassin de Saïss

Références

- Cirac, P., 1987. Le bassin sud-rifain occidental au Néogène supérieur, évolution de dynamique sédimentaire et de la paléogéographie au cours des phases de comblement. *Mém. Inst. Géol.*, Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, n°21, 187p.
- Essahlaoui, A., 2011, Méthodes géophysiques appliquées aux réservoirs d'eau souterraines. *Editions universitaires européennes*, 66138, ISBN : 9786131581441, France.
- Riss, J., Fernandez-Martinez, J.L., Sirieix, C., Harmouzi, O., Marache, A., Essahlaoui, A., 2011. A methodology for converting traditional vertical electrical soundings into 2D resistivity models: Application to the Saïss basin, Morocco. *Geophysics*, 76(6), B225-B236.

Evaluation de la vulnérabilité à la pollution de la nappe phréatique de Meknès-Fès par la méthode DRASTIC utilisant les SIG

**Ali Essahlaoui^{*}, Mustapha Zraib, Lhoussein Ouchguenou, Abdelhadi El Ouali,
Abdellah El Hmaidi**

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

^{*} E-mail : essahlaoui@gmail.com

Le bassin de Saiss a attiré l'attention de nombreux géologues, hydrogéologues et géophysiciens d'une part, par sa situation géographique (entre deux domaines structuraux très différents), et d'autre part, par son importance du point de vue agricole et ressources hydriques (Essahlaoui, 2000). L'agriculture constitue la plus grande richesse de la région, principalement l'arboriculture, les légumineuses, culture industrielle, etc. L'utilisation des fertilisants, minéraux et organiques et aussi des pesticides pour améliorer le niveau de production, constitue des facteurs qui agissent sur la qualité des eaux souterraines de la région de Meknès -Fès.

La vulnérabilité d'une nappe à la pollution est une notion relative, non mesurable et sans dimension. La précision de son évaluation dépend essentiellement de la nature, de la quantité et de la fiabilité des données utilisées. Sa caractérisation est basée généralement sur l'estimation d'un certain nombre de paramètres plus ou moins importants, relatifs notamment à la couverture de la nappe (sol et zone non saturée) et à la zone saturée proprement dit.

Ces paramètres ont été acquis en plusieurs sources et convertis par les Systèmes d'Information Géographiques (SIG) sous forme de cartes thématiques. L'application de cette méthodologie ne peut être possible sans l'utilisation des SIG, en raison de la masse très importante des données nécessaires, notamment dans le cas de nappes d'extension régionale. Pour chaque paramètre critique, un coefficient et un poids ont été attribués d'après son importance dans le modèle DRASTIC. La méthode DRASTIC a été mise au point par l'"Environmental Protection Agency (EPA)" aux Etats-Unis en 1985 et Aller et al. (1987), afin d'estimer le potentiel de pollution et d'évaluer la vulnérabilité verticale des eaux souterraines. Elle se base sur sept critères qui sont l'indice de vulnérabilité obtenu en additionnant les produits (coefficient * poids) des sept paramètres DRASTIC (Fig.1). On obtient alors la carte de vulnérabilité DRASTIC. Après classification, on obtient une carte des classes de vulnérabilité.

L'analyse de cette carte, établie à l'aide de la méthode DRASTIC, a permis de distinguer cinq classes de degrés de vulnérabilité (très faible, faible, moyen, fort et très fort).

La zone de forte à très forte vulnérabilité se situe essentiellement au niveau Sbaa Ayoun, le long des affleurements basaltiques, au nord d'El Hajeb et vers le Nord (région d'El Hajra).

Cette zone est caractérisée par : (i) une profondeur de nappe très faible sauf dans certains endroits ; (ii) une recharge importante (>100 mm) ; (iii) un sol généralement limoneux ; (iv) une pente faible ; (v) une zone non saturée formée par des basaltes à l'exception de certains endroits.

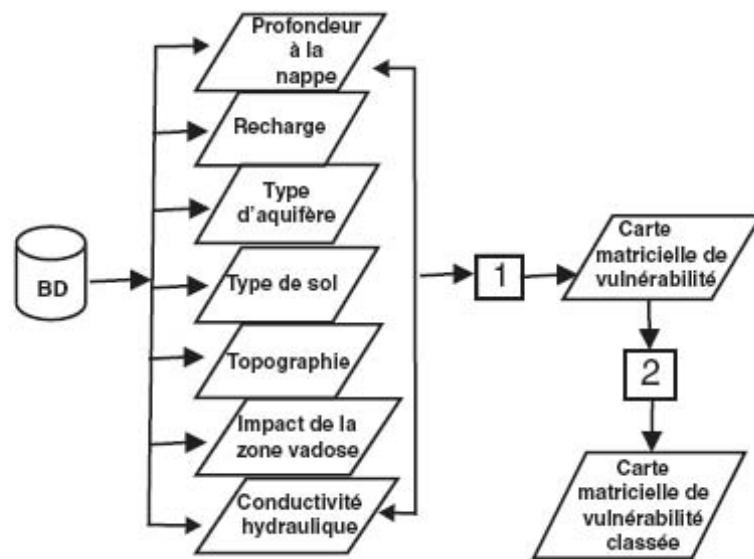


Fig.1. Les différentes couches d'information utilisées dans la méthode DRASTIC

L'élaboration de la carte de vulnérabilité de la nappe de Meknès-Fès constitue un outil très important pour le diagnostic de la qualité des eaux de la plaine à travers une cartographie des zones touchées et/ou à risque et pour la bonne gestion des ressources en eau et sol de la région.

Mots clés : Bassin de Saïss, vulnérabilité, pollution, nappes, DRASTIC, SIG

Références

- Aller, L., Bennet, T., Lehr, J., Petty, R., Hackett, G., 1987. DRASTIC : A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. *EPA- 600/2-87-035*, 455p.
- Essahlaoui, A., 2000. Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le Bassin de Meknès-Fès (Maroc), Prospection géoélectrique, étude hydrogéologique et inventaire des ressources en eau. *Thèse de Doctorat ès-Sciences Appliquées*, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Université Med V, Rabat, Maroc, 258p.

Using the Aquacrop model for partitioning of evapotranspiration into soil and plant components for winter wheat in a semi-arid region

Jamal Ezzahar^{1,*}, Hamid Marah¹, Nouredine Amenouz¹, Ghezlane Aouade², Jiahd Toumi³, Salah Er-Raki², Fouad Taous¹, Lionel Jarlan⁴, Heng Lee⁵

¹ Unité Eau et climat, Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP1382, RP 1001 Rabat, Maroc

² LP2M2E, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cadi Ayyad, Bd Prince Moulay Abdellah, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

³ Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

⁴ Institut de recherche pour le développement, LMI TREMA, Centre Geber, Salle 26, FSSM, Université Cadi Ayyad, Bd Prince Moulay Abdellah, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

⁵ Joint FAO/IAEA Programme of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Centre, Wagramer Strasse 5, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria

* E-mail: ezzahar@cnesten.org.ma

The impact of climate change on water resources is potentially greater in worldwide arid and semi-arid regions, where climatic variability has already a determinant effect on water availability, and where competition over water allocation for the needs of growing populations is already acute (USGCRP 1997). Undoubtedly, agriculture sector in these regions is the most affected due to its higher dependence on climate, weather conditions and water resources. This activity uses about 86% of total available water with inefficient irrigation practices. Most of the farmers use the traditional flood irrigation that involves a waste of high quantities of water through soil evaporation. Thus, an accurate estimation of soil evaporation is an important step for achieving sustainable management of water resources in these regions.

The main goal of this research was to evaluate the potential of the Aquacrop model for estimating the partition of evapotranspiration (ET) into soil evaporation and plant transpiration. Data collected within the LMI and RAF 5058 projects over an irrigated wheat winter which was located near to the city of Marrakech, Morocco, have been used to validate the model.

The simulated components of ET by the model were compared with measurements obtained by the isotope method for two days (22/02/2012 and 24/02/2012). The obtained results showed that the model gives an acceptable estimate of plant transpiration and soil evaporation. The differences were 5 and 12% for 22/02/2012 and 24/02/2012, respectively.

Additionally, the irrigation efficiency was investigated by evaluating the water balance equation using the model outputs. It was found that the visual observation of the physical conditions of the plant is not sufficient to efficiently manage the irrigation; a large quantity of water is lost through soil evaporation and infiltration (67% of total irrigation). So in order to manage the irrigation events, several scenarios are made based on the yield. We found that by eliminating 2 irrigations (180 mm), the model gives the same yield obtained by considering the irrigation quantity applied by the farmer.

Keywords: soil evaporation, transpiration, Aquacrop, isotope method, winter wheat, semi-arid region

Caractérisation physico-chimique de la décharge de Mohammedia, Maroc

Nawal Ezzirari^{*}, Lahcen Bahi

Laboratoire de Géotechnique, de Géophysique Appliquée, de Géologie de l'Ingénieur et d'Environnement, Ecole Mohammedia d'Ingénieurs, Université Mohammed V-Agdal, Avenue Ibn Sina BP 765 Agdal, Rabat, Maroc

^{*} E-mails: nawal_ezzirari_confonda@hotmail.fr, nayroubi2007@gmail.com

Cette étude porte sur l'évaluation des rejets métalliques (plomb, chrome, fer, etc.) dans les lixiviats produits par la décharge de la ville de Mohammedia. Les lixiviats présentent une importante concentration en métaux lourds. Les sédiments prélevés au niveau de la décharge revèlent des concentrations fortes en Cr, Pb et Fe. Par ailleurs, les concentrations en ces métaux détectées dans les sédiments prélevés près de l'Oued El Maleh présentent des traces importantes en Fe, Cr, Pb et Cd. Ce qui témoigne d'une pollution en métaux lourds provenant de la décharge à proximité de l'oued. En outre, l'analyse et le traitement de l'ensemble des données physico-chimiques (température, pH, salinité, conductivité, oxygène dissous, matière en suspension, CO total), ont permis de relever certains indices témoignant d'une pollution organique. Les dommages potentiels causés par la décharge de Mohammedia sur l'environnement et sa proximité du site du barrage Oued El Maleh, impose la mise en place d'un plan de réhabilitation de cette ancienne carrière. C'est l'objet de notre étude.

Mots clés : Maroc, Mohammedia, décharge, lixiviats, caractérisation, physico-chimique, réhabilitation

Evaluation des potentialités paysagères d'un plan d'eau dans le nord-est algérien en vue de son utilisation à des fins récréatives et de loisirs

Djamel Fadel ^{1,*}, Mohamed Lamine Harkat ²

¹ Laboratoire de Biologie végétale et Environnement, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, 23000 Annaba, Algérie

² Département Aménagement, Université Badji Mokhtar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : fadeldjamel@ymail.com

Les plans d'eau constituent "l'âme" des paysages. En effet autour de ces plans d'eau en ces mêmes lieux réunis les composantes physiques et essentielles du territoire naturel comme le relief et les diverses formes de végétations cohabitent. Le milieu rural algérien recèle des atouts considérables en matière touristique et de loisirs, peut se doter aujourd'hui d'une politique de développement durable. Cette politique peut se concrétiser si elle convient à répondre au regard des nécessités aussi bien de la production que de la protection de l'environnement. Quant à notre travail, il a porté sur un plan d'eau spécifique de par sa nature et sa vocation. Il s'agit d'un barrage situé au nord-est algérien. Il est destiné à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation des terres agricoles. Il constitue un élément spectaculaire ayant un impact écologique et paysager considérable. Les répercussions écologiques peuvent être évaluées par les spécialistes. Du point de vu paysager, le problème est assez complexe. Etant donné que toutes les grandes étendues d'eau sont très attrayantes et séduisent toujours le regard. Ceci expliquerait par le fait que les grands plans d'eau (barrages, lacs, etc.) condensent à plusieurs titres les paysages en réunissant dans un même lieu les composantes physiques du territoire naturel à savoir le relief, l'eau et les diverses formes de végétation. Ce plan d'eau qui paraît complexe par sa structure rend l'estimation quantitative très difficile. C'est pour cette raison que nous avons utilisé une méthode d'estimation qualitative basée sur une approche visuelle et paysagère pour évaluer les potentialités du barrage de Zit Emba. Ces travaux visaient deux objectifs : (i) montrer que dans le cadre du développement durable, les potentialités sitologiques et paysagères du barrage lui permettent de remplir d'autres fonctions que celles qui lui sont assignées initialement; (ii) sensibiliser et vulgariser les fonctions de loisirs et de récréation autour de ce site tout en ayant en tête la préservation du cadre écologique et paysager.

Mots clés : barrage, champ visuel, paysage, aménagement, Bekkouche Lakhdar, Algérie

Modélisation bidimensionnelle de l'Oued Beht, plaine du Gharb

Fatima Zahra Faqihi *, Naoual Rais, Khalid Barkouki

Laboratoire géoressources et environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 2202, Route d'Imouzzer, 30000 Fès, Maroc

* E-mail: fzfaqihi@hotmail.com

L'inondation est une submersion temporaire d'une zone généralement hors d'eau. Vu les dégâts et dommages importants causés par ce phénomène naturel accentué par des actions anthropiques, la protection et la prévision s'avèrent d'une priorité primordiale.

L'historique des inondations au Maroc a toujours placé la plaine du Gharb, plus précisément Oued Beht, comme zone parmi les plus vulnérables à ce risque. L'aléa est un phénomène naturel très complexe dont l'analyse nécessite des outils performants et élaborés. Nous avons donc fait appel à la modélisation qui simule numériquement les crues hypothétiques ou réelles, ce qui permet de caractériser l'aléa dans l'espace et dans le temps. Elle permet ainsi de prédire les conséquences potentielles d'une crue et de fournir des informations très utiles aux décideurs tant en contexte de crise que pour la prévision.

Le tronçon de l'Oued Beht, traversant la plaine du Gharb connue par ces inondations redoutables, est l'objet de la présente étude. Sa modélisation unidimensionnelle (1D) faite par le logiciel Mike11 qui permet de simuler les écoulements transitoires unidimensionnels, a permis de visualiser la crue le long de l'axe de l'oued, et décrit plus en détail les interactions qui se passent au niveau du lit majeur, a permis de simuler également l'échange avec la plaine d'inondation (modélisation bidimensionnelle 2D). Finalement, le Mike Flood permettant le couplage entre les deux modèles nous a fourni les points de débordements le long du tronçon.

La modélisation du tronçon de l'Oued Beht en passant par les modélisations 1D puis 2D pour finir avec le couplage des deux modèles a permis de voir l'étendu des hauteurs d'eau lors du passage de la crue et ainsi localiser les zones vulnérables qui nécessitent une protection.

Elimination du fer et du manganèse des eaux souterraines de la région du Gharb par procédé physico-chimique

Rachid Fathallah^{*}, Azzeddine Elmidaoui

Laboratoire des Procédés de Séparation, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Universitaire, BP
133, 1400 Kenitra, Maroc

^{*} E-mail: cateen02@gmail.com

Les nappes d'eau souterraine sont formées par la percolation de l'eau de pluie et de ruissellement à travers les sols et les roches (Banton et Bangoy, 1999). Au cours de ce transfert, l'eau acide dissout les roches et se charge de quelques uns de ses éléments chimiques les plus solubles. Certains de ces éléments sont nécessaires au bon fonctionnement du corps humain, mais en faible concentration; les mêmes éléments peuvent être toxiques en plus fortes concentrations, d'autres sont toxiques même à faible dose. Cette réaction naturelle entre l'eau et la roche provoque une large diversité dans le caractère minéral des eaux souterraines, communiquant des propriétés intrinsèques comme la dureté et la salinité (Edmunds et al., 2003). Ces réactions naturelles font que la qualité naturelle des eaux souterraines est influencée par la nature lithologique des aquifères et des terrains superficiels.

Les analyses physico-chimiques des eaux souterraines, objet de notre travail, effectuées dans la région du Gharb à proximité de l'Oued Sebou, près de la Ville de Machraâ Belksiri, ont montré un dépassement des normes pour les paramètres Fe et Mn.

Le fer et le manganèse, abondants à l'état naturel dans tout type de roches se retrouvent à l'état dissous dans bon nombre d'eaux souterraines, dont les eaux minérales. Ces deux éléments sont solubles à l'état réduit mais insolubles à l'état oxydé.

Les recours de plus en plus généralisé au captage de ces eaux à profondeurs relativement importantes impliquent que le captage se faisant en milieu réducteur et l'exploitation ou le conditionnement en milieu aéré. Il va être nécessaire d'éliminer le fer et le manganèse ou d'en abaisser les concentrations, afin d'éviter des désagréments organoleptiques, ou de se conformer à des normes de qualité.

Les débits de ces eaux sont plus importants, donc on a fait le suivi d'un processus de déferrisation et démanganisation physico-chimique par injection d'air comprimé et de permanganate de potassium KMnO_4 suivi ensuite d'une filtration sur des filtres à sable.

Les analyses des eaux filtrées ont donné des résultats satisfaisants avec une élimination totale du fer et du manganèse, enfin les eaux filtrées sont désinfectées par l'eau chlorée.

Mots clés : déferrisation, démanganisation, eaux souterraines, oxydation Fe et Mn

Références

- Banton, O., Bangoy, L.M., 1999. Mise en valeur des eaux souterraines. Dans Hydrogéologie, multiscience environnementale des eaux souterraines. *Editeurs PUQ/AUPELF*, Sainte-Foy, Québec, 460p.
- Edmunds, W.M., Shanda, P., Hart, P., Ward, R.S., 2003. The natural (baseline) quality of groundwater: a UK pilot study. *The Science of the Total Environment*, 310, 25-35.

Utilisation de la technique sol-gel dans le développement des matériaux vitreux du système $x\text{Na}_2\text{O}-y\text{ZnO}-z\text{Fe}_2\text{O}_3-t\text{P}_2\text{O}_5$ matrices pour l'encapsulation des métaux lourds

Zhor Fathallah ^{1,*}, Abdelkrim Chahine ², Mohammed Ebntouhami ³

¹ Laboratoire d'Environnements et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Universitaire, BP 133, 1400 Kenitra, Maroc

² Laboratoire Physico-chimie des matériaux vitreux et cristallisés, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Universitaire, BP 133, 1400 Kenitra, Maroc

³ Laboratoire Métallurgie traitements de surfaces et des eaux industrielles, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Universitaire, BP 133, 1400 Kenitra, Maroc

* E-mail : fathallahze@hotmail.com

Pour avoir un environnement de plus en plus propre et sain, de nombreux travaux de recherche ont été consacrés aux techniques de traitement des déchets, notamment la mise en décharge contrôlée, le compostage et l'incinération. Or ces techniques ne résolvent pas entièrement le problème. Elles présentent entre autres des risques pour les ressources en eau par infiltration des polluants dans la nappe phréatique et pour l'air par présence de polluants dans les fumées en plus des résidus secondaires tels que les mâchefers et les cendres volantes. Pour remédier à ces dangers et aux atteintes nuisibles à l'environnement, les méthodes actuelles font appel à la vitrification qui consiste à piéger des polluants riches en éléments lourds toxiques, dans une matrice vitreuse (El Hadrami, 2003). Les verres de phosphates obtenus par procédé Sol-gel, occupent une place prépondérante et trouvent des applications dans pratiquement tous les domaines industriels (Livage et al., 1988). L'utilisation de la technologie sol-gel est une étape importante dans le développement des matériaux : verres, vitrocéramiques et céramiques (Woignier, 1984).

Ce travail concerne l'étude des propriétés physicochimiques et la durabilité chimique des verres de composition $0,1\text{Na}_2\text{O}-(0,4-x)\text{ZnO}-x\text{Fe}_2\text{O}_3-0,5\text{P}_2\text{O}_5$ obtenus par procédé sol-gel.

Après avoir précisé les conditions de formation de ces verres, nous avons utilisé l'analyse thermique différentielle (DSC) qui a pu mettre en évidence la réticulation du réseau vitreux lorsque le zinc est remplacé par le fer, ce qui favorise la cristallisation pour des taux plus élevés. Ce résultat a été confirmé par l'analyse radiocristallographique.

Références

- El Hadrami, A., 2003. Etude des conditions de confinement du plomb et du cadmium dans des verres à base de métaphosphates de zinc. *Thèse de Doctorat d'état*, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc, 153p.
- Livage, J., Henry, M., Sanchez, C., 1988. Sol-gel chemistry of transition metal oxides. *Prog. In Solid State Chem.*, 18, 259-341.
- Woignier, T., 1984. Contribution à l'obtention de verres par la voie des gels. *Thèse de Docteur Ingénieur*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France, 174p.

Flow modelling in urban areas (Rufisque zone): Application to the dimensioning of hydraulic structures in the context of climate change

Moustapha Faye^{1,2,*}

¹ Laboratoire d'Hydraulique et de Mécanique des Fluides (LHMF), Département de Physique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005 Dakar-Fann, Senegal

² Senes Academy Group, Pole d'Excellence de Kounoune, Dakar, Senegal

* E-mail: faye.moustapha@gmail.com

In a context of climate change (CC), the statistical analysis of historical precipitation, to detect a recent trend, and simulation of future trends in climate models, posing real challenges, events so-called extreme precipitation being localized and, by definition, rare. However, we understand the importance to consider the impact of CC on the recurrence of extreme events in urban drainage. Thus, in the hypothetical case where an event of recurrence once every ten years would occur every five years from now, the damage may be associated with such an event would be likely to occur twice as often. In this context, a risk that, at first, was considered acceptable, could become unacceptable.

The work conducted as part of this study is a contribution to the assessment of surface water resources in the area of Rufisque. From topographic maps at 1/50000, scanned, digitized and geo-referenced, we identified and delineated 10 watersheds using AcrView. Morphometric characteristics of these basins have been determined. A principal component analysis was performed on these characteristics. Groupings between stations have been identified through this process. Statistical analysis of rainfall series at monthly and annual basis was performed using the software KHRONOSTAT the period from 1920 to 1993.

The EPA SWMM hydrologic model is a conceptual model of distributed event-or DC is developed by Division of Water Supply and Water Resources of the United States Agency for Environmental Protection National Research Laboratory Management risk was then used to calculate for each basin and to scale daily runoff, evapotranspiration, and infiltration. The ten-year rate was estimated for each watershed, the flow of the project was concluded by the formula of the CIEH.

The objective of this project which deals with hydrological modeling is to understand and describe the formation of urban runoff, to propose scenarios for stormwater management on the example of some selected urban basins in Senegal

The study will take advantage of recent advances in defining the "standard models" to examine a wide range of adaptive strategies to flooding including storm water management and mobilization of resources through development.

Keywords: morphometry, water balance element, elements hydrometric, AcrView, KhronoStat, time series, EPASWMM, rainfall-discharge models, CIEH

Effet des techniques culturales simplifiées sur la conservation de l'eau et risque de pollution

A.M. Feddal *

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Département de Génie Rural, Machinisme agricole et Agro-équipement, Avenue Hacène Badi, BP 182, El Harrach, 16200 Alger, Algérie

* E-mail: amineblue3010@yahoo.fr

En vue de mieux comprendre l'effet des nouvelles techniques culturales sur la conservation de l'eau dans le sol et sur l'environnement, une analyse de l'évolution de la teneur en eau, de la porosité et de la résistance mécanique du sol sous l'action des différentes pièces travaillantes des outils aratoires d'une chaîne classique de préparation du sol est développée.

Les essais réalisés sur parcelle expérimentale ont montré que l'action des pièces travaillantes modifie les valeurs de ces paramètres. La porosité augmente considérablement après le labour, elle passe de 40,4% à 49,38%. Le passage du cover-crop permet d'atteindre une valeur de 51,02% et après le cultivateur à dents la porosité totale augmente à une valeur de 52,65%. Pour ce qui est de la résistance pénétrométrique, celle-ci est fortement conditionnée par la teneur en eau. Sa valeur passe de 10,65 daN/cm² avant le labour à 6,36 daN/cm² après le labour. Sa valeur augmente de nouveau après le passage du cover-crop et atteint 10,10 daN/cm² et augmente légèrement après le passage du cultivateur à dents. Les valeurs moyennes montrent que la résistance pénétrométrique est inversement proportionnelle à la teneur en eau. Ces évolutions sont illustrées par des fonctions polynomiales du premier et du second degré. L'effet combiné de la porosité et de l'humidité du sol sur la résistance pénétrométrique est quantifié par la relation: $R_p \text{ (daN/cm}^2\text{)} = 21,86 - 0,793 w - 0,041 n$ et l'effet de la teneur en eau dans le sol par le modèle: $R_p = -19,763 + 5,096 w - 0,213 w^2$

D'autre part, on a pu conclure que le traitement à l'herbicide a un effet sur les propriétés du sol, et plus précisément sur la conservation de l'eau et le cone index du sol. On a pu constater clairement aussi que le traitement à l'herbicide a un effet certain sur le rendement de la culture. Les parcelles travaillées avec la charrue à socs et traitées, présentent un rendement supérieur par rapport à celles travaillées et non traitées.

Mots clés : teneur en eau, techniques culturales, environnement, traitement à l'herbicide

Etude de la variabilité de la sécheresse météorologique dans le nord-ouest de l'Algérie.

Etude de cas

Meriem Fellag *, Mohammed Achite

Laboratoire Eau- Environnement, Université Hassiba Benbouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

* E-mail : meriem_fellag@yahoo.fr

Dans la région semi-aride de l'Algérie du nord, nous avons connu plusieurs périodes de sécheresse qui sont caractérisées par des pluviométries déficitaires et des écoulements très faibles des principaux oueds des bassins versants. Pendant les périodes sèches, les ressources en eau de surface et, par conséquent, les volumes stockés subissent une diminution très nette. Il devient parfois difficile de satisfaire la demande en eau, en particulier celle destinée à l'agriculture, l'industrie et l'alimentation en eau potable. Afin de mieux gérer une telle situation, une évaluation temporelle de la sécheresse météorologique par l'estimation des indicateurs est indispensable. Cette étude visera à identifier les sécheresses météorologiques dans la région du Haut et Moyen Chelif (10916 km²) par l'évaluation de son intensité, durée et fréquence.

L'étude s'est portée sur 11 séries chronologiques de pluviométrie, elle correspond chacune à un sous-bassin. L'analyse et la caractérisation des événements humides et secs ont été faites par l'indice standardisé de précipitation (SPI) correspondant à l'échelle annuelle proposé par McKee (1993) sur une période de 40 années (1970-2009).

Les résultats obtenus nous ont permis de conclure que le début de la sécheresse est observé durant l'année 1980/1981. L'année d'apparition de la première sécheresse remarquable au niveau de 4 sous-bassins parmi les 11. Avant cette année la sécheresse est inexistante ou rare. Ce qui nous permet de dire que la décennie 1970/1979 est qualifiée d'humide. Ensuite, la persistance de la sécheresse devient plus marquée et répétée pour les années 1986/87, 1988/90, 1991/92/93, 1998/99, 2000/01. Dans l'ensemble des séries du SPI et pendant la période d'étude, nous avons observé que les classes normales présentent 68.86% et les classes anormales 31.14% dont 54.01% de classes sèches et 45,99% classes humides.

D'après ces résultats on conclut qu'il existe une irrégularité et hétérogénéité de la sécheresse dans la zone d'étude, elle peut varier d'un sous-bassin à un autre et diffère d'une année à une autre.

Mots clés: Haut et Moyen Chelif, indice standardisé de précipitation, sécheresse météorologique

Référence

McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Presented at the 8th Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Anaheim, CA, 179-186.

Does deficit irrigation be a sustainable approach for optimized Quinoa production in arid and semi-arid regions?

Rachid Fghire^{*}, Abdelali Chraibi, Said Wahbi

Laboratoire de Biotechnologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences Semlalia, BP 2390, Marrakech, Morocco

^{*} E-mail: r.fghire@gmail.com

Agriculture needs to increase its production with a small amount of available fresh water. Effective management of water for agricultural production in water scarcity regions therefore requires the use of innovative and sustainable approaches. Deficit irrigation (DI) is now widely been investigated as one of the solutions for this problem.

The DI strategy was tested in the field by using a drip irrigation system (50% ET_c; 33% ET_c) and compared with full irrigation (100% ET_c) and rain fed treatments. The field experiments were conducted in Morocco in Tnin Bouchan, 70 km north-west of Marrakech. The performance of Quinoa in all experiments was assessed by measuring total seed yield, 1000 seeds mass and water-use efficiency (WUE).

Analyzing results illustrate the impact of irrigation strategy on the performance of the Quinoa crop. Who show a mediocre seeds yield and "1000 seeds mass" in the RF treatment, 2.2 Mg/ha and 2.6 g respectively justified by the quantity of water supply. However, this treatment presents a hay water-use efficiency ratio (WUE) (2.13 kg/m³), Contradictory with full irrigated who had a small WUE ratio (1.4 kg/m³) caused by irrigation supply. This one had a positive effect on the yield increasing (5.35 Mg/ha) in consequence "1000 seeds mass" of 4.25 g. Even though, we re-registered in other treatments, a similarity between the treatments of 33% ET_c and the rain fed, where non interesting difference found between the results of both treatments. In the author hand, the same thing was observed when comparing full irrigation and 50% ET_c treatments.

From field experiment, it can be concluded that well-managed DI, using only half of the water required for full irrigation (FI), allows high yields of Quinoa, additional reasons exist to prefer DI above FI for Quinoa in Morocco is the best WUE caused and a comparable total yield as compared to FI.

Keywords: Quinoa, water stress, water use efficiency

Utilisation de l'eau dans le secteur agricole. Enjeux et perspectives

Mustapha Filahi *

Division des Affaires Rurales, Province de Fkih Ben Salah, Maroc

* E-mail : filahi-dar@yahoo.fr

La problématique des ressources en eau est devenue une singularité récurrente tributaire des périodes aléatoires de la sécheresse dans les pays à climat semi-aride tel que le Maroc. De nombreuses activités économiques de la région, grandes consommatrices d'eau (agriculture, industries agroalimentaires, etc.) sont durement affectées durant ces périodes de sécheresse. Ces variations saisonnières induisent une dégradation des outils de production avec pour corollaires un déficit de l'emploi et un "frein" au développement durable à l'échelle régionale. Le développement social et économique durable repose nécessairement sur le développement du secteur agricole. Celui-ci se considère comme l'activité la plus consommatrice des eaux. En effet, la productivité des terres irriguées est environ trois fois supérieure à celle des terres cultivées en sec. Au-delà de cette généralité, nombre de facteurs justifient la maîtrise de l'eau dans l'agriculture. Investir dans les ouvrages d'irrigation permet de se prémunir contre l'imprévisibilité des pluies, de stabiliser la production agricole, d'intensifier la productivité des cultures et de favoriser leur diversification. Les revenus agricoles augmentent à leur tour et gagnent en stabilité.

Le recours au goutte à goutte s'impose en effet pour faire face à la raréfaction des ressources hydriques qui se dresse comme un réel obstacle à l'activité agricole. Le plan Maroc vert, décliné au niveau de la région en programme agricole régional, prévoit des mesures intenses de développement de l'activité agricole tournées vers l'amélioration de la production des principales filières végétales et animales et l'organisation des producteurs et des circuits de commercialisation.

Dans cette optique, l'incitation à l'économie de l'eau représente un levier déterminant pour concrétiser les objectifs d'amélioration de l'efficacité de l'irrigation dans la province de Fkih Ben Salah. L'opération de reconversion des systèmes d'irrigation par aspersion et gravitaire en goutte à goutte, tend notamment à fructifier les revenus des petits agriculteurs de la région en veillant à accroître la productivité et en contribuant à la création des postes d'emploi, notamment en milieu rural.

L'effort d'accompagnement des agriculteurs n'est pas en reste dans cette stratégie globale de développement agricole. Il permettra un meilleur accès aux technologies, au financement et aux marchés par le biais de contrats de partenariat visant entre autres le renforcement des capacités techniques et de gestion des agriculteurs, le tout pour une valorisation des ressources hydriques et la maîtrise des techniques d'irrigation.

Analyse spectrométrique directe de pesticides dans les sols et dans les eaux de la région de Meknès : création d'une base d'empruntes spectrales optiques multi-composantes

Salim Foudeil ^{1,*}, Taibi Lamhasni ¹, Saadia Ait Lyazidi ¹, Mustapha Haddad ¹, Fouad Benyaich ¹, Ahmed Boughdad ²

¹ Laboratoire de Spectrométrie, des Matériaux et Archéomatériaux (LASMAR), Unité de recherche associée à CNRST, URAC 11, Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Département de Zoologie agricole, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès ENAM, Km 10, Route Haj Kaddour, BP S/40, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: foudeilsalim@gmail.com

La lutte contre la contamination croissante des divers compartiments de l'environnement (air, sols et eaux) par les composés organiques aromatiques nuisibles à l'écosystème, à la santé humaine et animale est l'une des grandes préoccupations mondiales au cours des dernières décennies. Parmi ces polluants, on cite les polluants organiques persistants (POPs) dont certaines catégories de pesticides. L'analyse de pesticides repose généralement sur les techniques chromatographiques en phase liquide ou en phase gazeuse. Bien qu'elles soient fiables, ces techniques sont complexes à mettre en œuvre, requièrent une instrumentation coûteuses et nécessitent l'utilisation de solvants organiques. Par voie de conséquence, elles sont peu accessibles. Cette problématique suscite, à travers le monde, le développement de nouvelles approches plus simples et moins coûteuses. Le présent travail s'inscrivant dans cette démarche vise l'élaboration d'une base de données spectrales multi-composantes pour les pesticides homologués en usage dans la région agricole de Meknès en vue de leur analyse spectrométrique directe dans les sols et dans les eaux environnementales de surface. Pour chaque pesticide nous avons mesuré le spectre d'absorption UV-visible, le spectre d'émission de fluorescence normale à différentes excitations et le spectre de fluorescence synchrone à différents écarts de longueur d'onde $\Delta \lambda$. La base est élargie à dix-huit pesticides tous homologués. Chaque triplet de spectres constitue une empreinte optique multi-composante du pesticide permettant son identification et sa quantification à l'état de trace dans l'eau ou dans le sol. Cette base de données a permis l'identification de restes de pesticides dans des échantillons de sol prélevés sur la région du Gharb.

A l'issue des résultats trouvés, la présente approche, bien qu'elle ne soit aussi performante que la technique de chromatographie, s'avère simple, rapide, sensible et pourrait convenir comme méthode de surveillance continue en vue de la prévention et l'alerte en cas de contamination massive.

Mots clés : pollution, pesticides, analyse, absorption, fluorescence, fluorescence synchrone

La gestion paysanne de l'eau agricole dans les palmeraies traditionnelles périurbaines de Biskra
"quand les pratiques paysannes s'avèrent plus économes que les nouvelles techniques
hydrauliques adoptées pour l'agriculture productiviste"

Ammar Foufou ^{1,*}, Jean-Paul Bord ², Marc Cote ³

¹ Département d'Agronomie, Université 20 Août 1955, Route d'El-Hadaiek, 21000 Skikda, Algérie

² Université Paul Valéry, 3, Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5, France

³ Institut de Recherches et d'Etudes sur le Monde Arabe et Musulman, UMR 7310, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Université de Provence Aix-Marseille, 5, rue du Château de l'Horloge, BP 647, 13094

Aix-en-Provence Cedex 2, France

* E-mail : fougouammar@yahoo.fr

La pérennité de l'agriculture traditionnelle à Biskra et dans les autres régions oasiennes ne peut pas se concrétiser sans ressources hydriques abondantes et maîtrisées. Celles-ci exigent des modalités de gestion rigoureuses et adaptées aux conditions du milieu physique, à l'espace parcellaire et aux besoins des cultures.

La palmeraie de Felliach est un espace agricole périurbain, constitué de petites exploitations familiales, traditionnelles et privées. Elles doivent leur survie à la présence de l'Homme paysan et à la source d'eau. Cet espace, jadis alimenté par l'eau d'oued, est actuellement arrosé par un point (forage profond), suivant le réseau hydraulique tracé par les premiers paysans. La rénovation du point d'eau de la palmeraie de Felliach, n'a changé en rien en matière de modes de distribution et de partage dans l'enceinte de l'exploitation, ce grâce à des pratiques paysanne rigoureuse d'une équité incontestable, faisant ainsi l'unanimité chez tous les producteurs de la localité. Ce mode de mobilisation et de partage de l'eau agricole est essentiellement basé sur ce que les paysans appellent Lekza (poignée de main). Le nombre de Lekza revenant à chacun dépend de plusieurs facteurs à savoir : la superficie agricole, le nombre de palmier, les associations culturelles, mais rarement les moyens financiers des et des autres. En dépit du caractère traditionnel de cet espace et les pénuries d'eau enregistrées à la parcelle notamment durant les périodes chaudes, ces palmeraies offrent une belle image d'une agriculture oasienne de subsistance diversifiée.

Afin de mieux gérer l'eau agricole et l'espace agricole de toute la localité puisant son eau de la source en question, les paysans ont longtemps désigné un responsable de l'eau agricole "Mennaâ". Un habitant du village de confiance, il est chargé de la distribution de l'eau et de sa gestion tout au long de l'année. Parallèlement, la vente de l'eau agricole dans ces palmeraies a toujours été tolérée par la communauté paysanne afin de subvenir aux besoins des producteurs dont le tour d'eau qui leur revient est insuffisant. La vente s'opère selon des traditions instaurées par les premiers paysans et elles continuent à être adoptées jusqu'à nos jours.

Si l'espace oasien traditionnel s'est maintenu dans le temps et s'est adapté dans l'espace à des contraintes physiques, hydrauliques et économiques, c'est grâce à un savoir-faire paysan irréprochable, qui serai certainement utile pour la nouvelle forme de mise en valeur, car c'est dans la gestion des ressources en eau que la bataille du développement de l'agriculture dans les oasis sera gagnée ou perdue.

Mots clés : Ziban, espace agricole oasien, ressources en eau, communauté paysanne, eau agricole, exploitation familiale

Etude de la photolyse du 4-Nitrophénol en présence de H₂O₂

Hafida Gaffour^{*}, Malika Mokhtari

¹ Laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement, Département de Chimie, Faculté des sciences,
Université Abou Bakr Belkaid, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail : gaffourhafida@yahoo.fr

Une des conséquences de l'impact humain sur ce qui l'entoure est la pollution des eaux issue de l'agriculture et de certaines industries (teintures, produits pharmaceutiques, etc.). Les pesticides ainsi que les teintures et les produits pharmaceutiques contiennent des produits organiques très dangereux qui rentrent dans leur fabrication ou qu'ils se forment après leur dégradation telle que le 4-nitrophénol.

L'Agence de Protection Environnementale des Etats Unis (USEPA) a classé le 4-Nitrophénol dans la première classe des produits dangereux, il a un effet nuisible sur la santé publique; il est mutagène et cancérigène et il s'accumule dans la chaîne alimentaire.

Ce travail consiste en l'étude de l'élimination du 4-Nitrophénol (4-NP) par le procédé UV/H₂O₂ ainsi que l'effet des paramètres affectant l'efficacité de ce procédé d'oxydation avancée tels que le pH, concentration du polluant [4-NP], rapport $R = [H_2O_2] / [4-NP]$ et présence de quelques ions inorganiques (HCO₃⁻, HPO₄²⁻/ H₂PO₄⁻, SO₄²⁻, Cl⁻) dans le milieu étudié.

Les résultats montrent que le rendement de dégradation du 4-NP est supérieur à pH=5,9 (100%) qu'à pH=4 (96%) ou pH=10 (97%). L'excès de H₂O₂ provoque une augmentation du rendement de dégradation pour atteindre une élimination totale de la matière organique en utilisant des rapports $R=6$ ou $R=12$. L'augmentation de la concentration du 4-NP à 20 mg/L implique une diminution du taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO).

La présence de sels minéraux dans le milieu réactionnel empêche la dégradation du 4-NP; ils conduisent à une diminution de la constante de vitesse de l'élimination du 4-NP à sa valeur maximale ($k=12,71 \times 10^{-2} \text{mn}^{-1}$) obtenue en l'absence de ces substances.

Mots clés : 4-Nitrophénol, photolyse de H₂O₂, POA

Hydrochemical characteristics of the runoff in Anata catchment, Palestine

Marwan Ghanem *

Bir Zeit University, Geography Department, PO Box 14, Ramallah, Palestine

* E-mail: mghanem@birzeit.edu

Two runoff water sampling campaigns were carried out in the winter season of 2008 and 2009 in Anata Catchment – Palestine, in order to determine the hydrochemical characteristics of runoff there. Twenty six runoff water samples were analyzed hydrochemically at the hydrochemical water lab of Bir Zeit university for the major ions parameters as well as for the trace elements of Co, Pb, Cd, Zn, Fe, Ni, Cu, Cr and Mn.

The Study area is the Anata Catchment, which lies in the eastern catchments of the West Bank within the Lower Jordan Rift valley. From the geological and structural point of view, the area is considered to be a complex with major structural features: faults and folds (Rofe and Raffetey, 1965). Cenomanian formations consist mainly of micritic dolomite which is very hard and virtually nonporous and the void space occupies only 2.6% (Mimi and Assi, 2009). The upper Cretaceous formations comprise the regional lower and upper Cenomanian aquifer systems (Blake and Goldschmidt, 1947). The major objective of this research is to investigate the hydrochemistry of the runoff and to detect the harmful carrying pollutants in its path to the groundwater.

High Chloride concentration was observed and indicates wastewater pollution. High concentration of Fe, Cr, Ni and Zn in two sampling places indicates of wastewater pollution. The majority of the runoff water samples are falling in the field of moderately hard to hard and some of them are very hard from hardness point of view and they are falling within the S1 level of no harmful effects from sodium.

Graphical and statistical methodologies were used to classify the Runoff water samples according to their main constituents. The majority of the runoff water samples show Ca-Cl type in the whole part of the Runoff Stream. This is because of the pollution caused by the untreated wastewater, which flows from some communities inside the catchment. Three samples show Ca-HCO₃ type. This reflects the origin type of the runoff water as well as the geology of the study area. According to the plotted piper diagrams using AquaChem 5.1 software, the majority of the runoff water samples falling in the type of Earth alkaline water with increasing portions of alkalis with prevailing chloride, sulfate and sometimes with prevailing of bicarbonate. The analyzed parameters were also subjected to product linear correlation analysis. A strong correlation is shown between the following groups: (Mg, Na, Ca), (Ca, Mg, Ni), (Mn, Ca, Mg, Na), (Ni, Ca, Mg, Mn), (Cr, Fe), (Cd, Ni, Cr, Fe, Mn), (Ca, Cu, Ni), (Zn, Fe, Cr, K, Mg, Mn), (SO₄, Cu), (HCO₃, Pb) and (NO₃, Fe). The majority of the runoff water samples are falling in the field of moderately hard to hard and some of them are very hard from hardness point of view according to the Sawyer and McCarty (1967) classification. Classification of irrigation water based on SAR values (Todd, 1980) shows that the collected runoff water samples are falling within the S1 level of no harmful effects from sodium.

References

Blake, G.S., Goldschmidt, J.J., 1947. Geology and water resources in Palestine. *Jerusalem*

Government printer report, 51p.

Mimi, Z.A., Assi, A., 2009. Intrinsic vulnerability, hazard and risk mapping for karst aquifers: A case study. *Journal of Hydrology*, 364(3-4), 298-310.

Rofe, Raffety, 1965. Nablus district water resources survey. *Geographical and Hydrological Report*, Hashemite Kingdom of Jordan Central Water Authority

Sawyer, C.N., McCarty, P.L., 1967. Residual chlorine and chlorine demand. In: *Chemistry for Sanitary Engineers*. 2nd ed. McGraw-Hill Series in Sanitary Science and Water Resources Engineering, McGraw-Hill, Toronto, 363p.

Todd, D.K., 1980. Groundwater hydrology. John Wiley and Sons, 535p.

Evolution de la pluviométrie dans le bassin versant de la Tafna au cours du siècle écoulé

Abderrahmane Nekkache Ghenim^{*}, Abdesselam Megnounif

Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: anghenim@yahoo.fr

L'étude de la variabilité des précipitations ainsi que les changements qu'elles subissent au cours du temps a été au centre de grandes préoccupations pendant le siècle dernier à cause de l'attention réservée aux modifications du climat du globe par l'ensemble de la communauté scientifique. Elle est aussi d'une importance capitale pour tout projet de développement en agriculture et en aménagement hydraulique.

Dans ce contexte, l'Algérie, à l'instar de plusieurs régions dans le monde subit depuis près de quatre décennies un dérèglement dans les régimes pluviométriques avec une tendance décroissante, plus accentuée à l'ouest du pays. Dans cette région, le bassin versant de la Tafna (7245 km²) surnommé jadis "le château d'eau de l'ouest algérien", connaît un déficit pluviométrique de l'ordre de 25% dans certaines stations et un changement de comportement dans les saisons. Dans ce travail, sur la base d'une vingtaine de stations pluviométriques réparties sur le bassin versant, on s'intéresse à la détection des principaux changements qui ont affecté la pluviométrie, ses fluctuations ainsi que la mise en évidence des périodes sèches et humides sur une période proche d'un siècle pour certaines stations. Pour ce faire, on utilise différents tests statistiques, des indices de détection des sécheresses et de saisonnalité des pluies.

Les résultats obtenus montrent que la variabilité des pluies est importante avec l'occurrence de deux périodes principales distinctes, l'une humide et l'autre sèche et dont la date de rupture se localiserait au milieu des années 1970. Le déficit pluviométrique est occasionné principalement durant la saison humide alors que le comportement pluviométrique durant la saison sèche est complexe (tendance à la hausse malgré une baisse dans les hauteurs pluviométriques). Les intensités des séquences d'humidité et de sécheresse sont en majorité légères avec l'existence néanmoins de quelques valeurs extrêmes.

Mots-clés: pluviométrie, évolution, Tafna, Algérie

Influence de la présence des acides aminés sur l'adsorption des substances humiques sur charbon actif en poudre

Saâdia Guergazi ^{*}, Khemissi Yahiaoui, Samia Achour

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

^{*} E-mail : s.guergazi@yahoo.fr

Les substances humiques constituent la fraction organique majoritaire la plus importante des eaux naturelles, soit 40 à 60% par fois même 90% du COD (Thurman, 1985 ; Croué, 1987). En Algérie, le matériel humique peut représenter une part importante de la charge organique des eaux superficielles, il constitue généralement la catégorie la plus importante dans ces eaux avec des concentrations supérieures à 1 mg/l et une proportion de l'ordre de 40 à 90% de COT (Achour et al., 2009).

Il en découle que ce type de composé organique présente souvent des potentiels de réactivité considérables vis-à-vis du chlore accompagnées par la formation des composés organohalogénés et en particulier les trihalométhanes ayant une toxicité chronique (effet mutagènes et cancérigènes), ces composés s'ils sont formés aucun traitement ne pourra les éliminer (Achour et Guergazi, 2002).

De même, les acides aminés provenant de l'activité agricole et des rejets industriels et urbains, recouvrent un ensemble de substances chimiques (naturelles ou synthétiques). Ces composés étant plus au moins solubles dans les eaux, les risques de pollution par ruissellement ou drainage sont donc limités. Leurs associations avec les substances humiques peuvent cependant influencer et/ou perturber leurs éliminations dans les différents procédés de traitement et en particuliers le procédé d'adsorption. Il est important de dire que, les procédés utilisant l'adsorption constituent souvent une technique de choix, complémentaire à la filière de base, parce que l'adsorption s'avère efficace dans la rétention et l'élimination des composés organiques et minéraux solubles d'une eau sans être modifiés.

Dans ce contexte, notre objectif est de tester les performances du charbon actif en poudre dans la rétention des substances humiques en présence des acides aminés à savoir la tyrosine et l'histidine sur charbon actif en poudre.

Pour aboutir à notre objectif, différents paramètres réactionnels sont mis en évidence :

- La cinétique d'adsorption des substances humiques en présence des acides aminés précités. Le temps d'agitation nécessaire pour obtenir l'équilibre peut atteindre six heures.
- L'effet de la variation de la masse d'adsorbants varie de 0,10 à 4g.
- L'effet de la variation de l'histidine et de la tyrosine en présence d'une dose fixe en substances humiques, ainsi que l'incidence de la variation de la teneur initiale en substances humiques à un intervalle varie entre 2 à 14 mg/l de substances humiques en présence d'une masse fixe de l'histidine, de la tyrosine et du charbon actif.

Les résultats obtenus ont montré que :

- En présence de l'histidine et de la tyrosine les cinétiques d'élimination des substances humiques sur charbon actif en poudre ont enregistré des rendements qui ne dépassent pas 60% avec un temps d'équilibre un peu court en comparaison avec le temps d'équilibre des substances humiques seules.
- En ce qui concerne l'effet de la variation de la masse du charbon actif en poudre, les résultats ont indiqué la présence d'un phénomène antagoniste entre l'histidine et la tyrosine. Par contre, dans le cas de la variation de la masse de la tyrosine et de l'histidine, les résultats ont enregistré une diminution appréciable dans les rendements d'élimination des substances humiques avec l'augmentation de la concentration de ces deux composés organiques azotés. Ceux-ci pourraient être dûs à un effet inhibiteur se traduisant par la suite par une diminution dans la capacité de rétention des substances humiques. Notre résultat a été confirmé par les travaux d'Ayele et al. (1993).
- Dans le même contexte, la variation de la teneur initiale en substances humiques sur l'effet des rendements d'élimination des substances humiques en présence d'une concentration fixe de la tyrosine et de l'histidine sur charbon actif en poudre a montré que les rendements augmentent avec l'augmentation de la masse des substances humiques jusqu'à une teneur de 12 mg/l puis subissent une diminution. Nos résultats suivent les deux lois de Langmuir et de Freundlich d'une façon satisfaisante, ce qui indique que les deux modèles conviennent pour décrire la fixation des substances humiques. La rétention des substances humiques en présence de la tyrosine et de l'histidine obéit bien à un phénomène d'adsorption.

Références

- Achour, S., Guergazi, S., 2002. Incidence de la minéralisation des eaux algériennes sur la réactivité de composés organiques vis-à-vis du chlore. *Revue des Sciences de l'eau*, 15, 3, 649-668.
- Achour, S., Guergazi, S., Harrat, N., 2009. Pollution organique des eaux de barrage de l'Est algérien et effet de la chloration, 241-256, in : M.S. Ould Brahim : "L'état des ressources en eau au Maghreb en 2009", *GEB-Environnement Ed.*, Rabat, Maroc, 408p.
- Ayele, J., Fabre, B., Mazet, M., 1993. Influence de l'origine et de la nature des substances humiques sur l'adsorption de l'atrazine sur charbon actif en poudre. *Revue des Sciences de l'eau*, 6, 381-394.
- Croué, J.P., 1987. Contribution à l'étude de l'oxydation par le chlore et l'ozone d'acides fulviques naturels extraits d'eaux de surface. *Thèse de Doctorat de l'Université de Poitiers*, France, n° d'ordre: 89, 139p.
- Thurman, E.M., 1985. Organic geochemistry of natural waters (Developments in biogeochemistry). *Kluwer Academic Publishers*, Springer, Dordrecht, ISBN-13: 978-9024731435, 516p.

Qualité des eaux de deux barrages du sud-est algérien. Effet de l'adsorption sur charbon actif

Saâdia Guergazi^{*}, Djamel Amimeur, Khemissi Yahiaoui, Samia Achour

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

^{*} E-mail : s.guergazi@yahoo.fr

L'eau est essentielle pour la vie et une bonne santé dépend de la qualité de l'eau que nous buvons. La composition de l'eau doit être connue pour assurer une bonne qualité de l'eau. Les propriétés physiques (couleur, odeur, etc.) et chimiques (dureté, alcalinité, pH, présence d'éléments toxiques, etc.) ainsi que la matière organique que se soit biodégradable ou non biodégradable nous fournissent des informations sur la qualité de l'eau (Parthasarathy et Pelletier, 2008).

En Algérie, l'eau constitue une denrée de plus en plus rare, vulnérable et difficilement renouvelable. De ce fait, la prise de conscience impose de la gérer d'une manière rationnelle et de se préoccuper des effets de sa qualité sur les écosystèmes naturels mais surtout sur la santé publique. Il importe donc que les ressources en eau, déjà réduites, soient efficacement protégées contre toute nuisance et qu'elles soient traitées afin de produire une eau dont la qualité satisfait les normes biologiques et physico-chimiques de potabilité (Achour et al., 2002).

Il n'est pas possible d'affirmer que les eaux naturelles algériennes (superficielles ou souterraine) aient pu faire, jusqu'à présent l'objet d'analyses systématiques et régulières de contrôle de leur qualité ou de surveillance de leur pollution par certains effluents. Toutefois, en ce qui concerne la qualité de ces eaux ces eaux peu d'études ont été publiées à ce jour (Harrat, 2007 ; Achour et al., 2009).

Cependant, afin de potabiliser une eau, différentes étapes de traitement peuvent être nécessaire, notamment dans le cas des eaux de surface. Parmi les procédés utilisés, l'adsorption sur charbon actif que se soit en poudre ou sous sa forme granulaire est universellement appliquée et apporte une contribution importante à l'élimination de polluants organiques. Les matériaux adsorbants peuvent alors intervenir à deux niveaux, au cours de la phase de clarification ou comme traitement d'affinage, en lits filtrants avant la phase de désinfection, en fin de traitement avant distribution.

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est de:

- (i) Déterminer et/ou évaluer la qualité physico-chimique de deux types d'eaux de barrages de la région de Biskra. Il s'agit des eaux des barrages de Foug El Gherza et de Fontaine des Gazelles, localisés dans le Sud-Est algérien. Nous nous sommes essentiellement intéressés à la détermination des matières organiques et minérales.
- (ii) Tester les performances du charbon actif en poudre et en grains dans la capacité de rétention de la matière organique de type humique dans des conditions expérimentales bien contrôlées (temps de contact, effet de la variation de la masse d'adsorbant et de la teneur initiale en substances humiques). Signalant que, les isothermes d'adsorption ont été également étudiées.

Les résultats obtenus ont également montré que :

(i) Les eaux de surface testées sont caractérisées par une qualité médiocre, elles nécessitent un traitement poussé avant qu'elles soient distribuées. C'est pour cette raison que nous avons adopté un traitement qui joue un rôle très important dans l'élimination de la matière organique de type humique précurseur de trihalométhanes. Il s'agit également d'un procédé d'adsorption.

(ii) Les essais d'adsorption ont enregistré d'une part, un bon rendement d'élimination de la matière organique de type humique contenue dans les eaux de surface testées aussi bien par charbon actif en poudre qu'en grains. D'autre part, Les isothermes de Freundlich et Langmuir ont été testés sur les deux types d'eaux de barrages et ont fait preuve d'efficacité sur l'adsorption de la matière organique de type humique.

Enfin, il est important de signaler, que (i) l'ensemble de nos résultats sont en accord avec les travaux de Ayele et al. (1993), Khirani (2007) et Amimeur et al. (2011), (ii) l'adsorption pourra présenter une technique de choix pour l'élimination de la matière organique de type humique en particulier en vue de réduire les effets néfastes de la chloration vis-à-vis de la santé des consommateurs suite à la formation des composés organohalogénés en particulier les trihalométhanes.

Références

- Achour, S., Guergazi, S., Guesbaya, N., Seghairi, N., Youcef, L., 2002. Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles. *LARHYSS Journal*, 1, 107-128.
- Achour, S., Guergazi, S., Harrat, N., 2009. Pollution organique des eaux de barrage de l'Est algérien et effet de la chloration, 241-256, in : M.S. Ould Brahim : "L'état des ressources en eau au Maghreb en 2009", *GEB-Environnement Ed.*, Rabat, Maroc, 408p.
- Amimeur, D., Guergazi, S., Achour, S., 2011. Possibilité d'élimination de la matière organique de type humique par adsorption sur différents matériaux d'une eau de surface de la région de Béjaia. 2^{ème} séminaire maghrébin sur la Gestion des Ressources Naturelles et le Développement Durable (GRN2D), Sidi Bel Abbès, 17-18 Mai.
- Ayele, J., Fabre, B., Mazet, M., 1993. Influence de l'origine et de la nature des substances humiques sur l'adsorption de l'atrazine sur charbon actif en poudre. *Revue des Sciences de l'eau*, 6, 381-394.
- Parthasarathy, N., Pelletier, M., 2008. Connaissons-nous la composition de l'eau que nous buvons? *Projet de Stage #17*, Département de Chimie minérale, analytique et appliquée, Université de Genève, Semaine d'étude genevoise "Recherche en Chimie" (Abstract), 2p.
- Harrat, N., 2007. Qualité des eaux de surface de l'Est algérien et leur réactivité vis-à-vis du chlore. *Mémoire de Magister en Géologie*, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.
- Khirani, S., 2007. Procédés hybrides associant la filtration membranaire et l'adsorption/ échange ionique pour le traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation. *Thèse de Doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse*, France, n° d'ordre: 871, 158p.

Etude de la Biodiversité dans les sebkhas et chotts du Sahara Algérien

Hocine Hacene^{*}, Saad Boutaiba, Narimane Addou

Laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire, O.N.E.D.D., Faculté de Biologie, FSB-USTHB, BP 32, El Alia, 16111 Alger, Algérie

^{*} E-mail: h_hacene@yahoo.fr

L'un des problèmes majeurs du réchauffement climatique dans les régions arides est l'augmentation de la salinisation des eaux de surface et des sols dont les effets entraînent, à plus ou moins longue échéance, de lourdes conséquences sur la vie et l'environnement d'une manière générale. Par ailleurs, du fait de l'augmentation des besoins en eau, la pression sur la ressource en eau sera de plus en plus en grande et révélera des tensions qu'il est urgent d'étudier et de prévoir.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à un exemple typique d'écosystèmes hyper-salés du Sahara algérien: les chotts et les sebkhas. Nous avons donc engagé des travaux pour établir un état des lieux de ces écosystèmes en étudiant particulièrement certaines de leurs caractéristiques physico-chimiques, biologiques et microbiologiques.

En premier, nous avons tenté de localiser l'ensemble des chotts et sebkhas des zones arides et semi-arides les plus importants d'Algérie. Cette étude nous a amené à faire deux observations:

(i) un grand nombre de ces écosystèmes situés aux abords des grandes villes du sud du pays ont une origine anthropique. En effet, ce phénomène est accentué au niveau des grandes villes du sud en raison surtout de leur position topographique et de l'absence d'exutoire ou d'évacuation des polluants qui s'accumulent dans certains plans d'eau ou dans des dépressions. C'est le cas des sebkhas et chotts de Djelfa, El Goléa, Ain Salah (sud-centre), Ouargla (sud-est) et Adrar (sud-est). Peu d'études ont été faites sur ces écosystèmes en terme de vulnérabilité, de résistance et d'adaptation, et de problèmes de santé publique. Pourtant, la menace est certaine avec toute une panoplie de risques à prévoir.

(ii) La seconde observation réside dans le fait que les plus grands chotts et sebkhas se localisent là où se jettent les grands cours d'eau notamment lors des crues de la Saoura comme c'est le cas de la Sebkhet Mellah dans les monts de Kerzaz (sud-ouest) et plusieurs cours d'eau de la dépression du Chott Melghir situé à 40 m en-dessous du niveau de la mer (sud-est). D'autres chotts et sebkhas moins importantes en terme de surface ont été répertoriés.

Suite à ce travail d'inventaire, nous avons dans une première étape ciblé certains sites sur la base de leur importance, de leur degré de salinité et de leur localisation. Il s'agit des Chotts de Himallat et Zahrez de Djelfa, des Sebkhas d'El Goléa et de Melghir (Hacène et al., 2004 ; Boutaiba et al., 2011 ; Addou et al., 2012).

Les caractéristiques physico-chimiques déterminées sur des échantillons prélevés ont mis en évidence des différences entre les sites étudiés sur les plans pédologiques, de conductivité électrique donc de salinité. La salinité est plus importante au centre des sites étudiés et elle diminue graduellement du centre vers les périphéries. Un gradient inverse est retrouvé en matière de pollution notamment dans la Sebkha d'El Goléa où la pollution est la plus importante.

Par ailleurs, nous avons fait des relevés floristiques aux abords des sebkhas et chotts dans la mesure ou dans les sebkhas proprement dites, aucune plante n'a été retrouvée. Il s'agit donc de zones abiotiques où la salinité dépasse les 120 g/L et atteint dans certaines zones la saturation (350 g/L). Nous avons donc inventorié toutes les plantes au niveau de la périphérie des chotts et sebkhas et sur une distance de plus de 500 m. Aussi, à l'extérieur de la zone des sebkhas et chotts proprement dite, on retrouve des plantes du type halophytes. La plante qui se caractérise par sa plus grande résistance à la salinité, *Halocnemum strobilaceum* est l'espèce la plus prédominante. Au niveau de l'Oued Melghir ainsi que Djelfa, *Tamarix gallica*, *Euphorbia calyptrata*, *Zygophyllum album* sont les espèces que nous avons recensées au niveau des dunes de la Sebkhah d'El Goléa, à distribution et répartition égale sur plus de 1 km en allant du centre de la Sebkhah vers la périphérie

L'analyse microbiologique des échantillons de sols, de boues et d'eau a été menée par des méthodes classiques et des techniques de biologie moléculaire pour mieux cerner la diversité microbienne et mettre en évidence les germes non cultivables et faire ressortir les différences sur les plans quantitatifs et qualitatifs entre les sites étudiés. Il y a lieu de souligner que cette étude révèle une biodiversité importante portant sur des germes halophiles strictes et qui ne peuvent donc pas croître en l'absence de sel. Par ailleurs, nos résultats font apparaître que nous sommes devant des écosystèmes différents sur les plans physico-chimiques, biologiques et microbiologiques. Néanmoins, il ressort quelques ressemblances qui nous semblent importantes à signaler. En effet, les observations et résultats obtenus dans cette étude montrent que les chotts et sebkhas du sud algérien de formation très ancienne augmentent de superficie à cause des activités anthropiques diverses (démographie, irrigation, pollution, etc.). Par ailleurs, nos résultats mettent en évidence déjà des faits très intéressants qui concernent les points suivants :

(i) Les chotts et sebkhas sont des zones immenses salines, inhospitalières et aucun végétal ou animal n'a été retrouvé vivant effectivement dans ces zones. On peut donc parler de zone abiotique si on met de côté les microorganismes. Néanmoins, aux abords des chotts et sebkhas, des végétaux de type halophytes montrent une grande résistance à la salinité ; c'est le cas notamment de *Halocnemum* qui prédomine.

(ii) Sur le plan microbiologique, des observations intéressantes peuvent être également faites. Dans les Zones centrales des sebkhas et chotts où la salinité est la plus importante, on note la prédominance des Archaeobactéries halophiles (plus de la moitié de la microflore). Parmi ces dernières, on remarque la prédominance de 3 genres de type halo-alcalophile qui est à mettre sur le compte du degré de salinité et du pH relativement alcalin des sols: *Natronococcus*, *Natronorubrum* et *halococcus*. Par ailleurs, grâce aux outils moléculaires et bioinformatiques, de nombreuses nouvelles espèces et genres ont été mises en évidence et certaines d'entre elles ont été caractérisées. Enfin, c'est parmi les bactéries halotolérantes et les algues que nous avons répertorié *Dunaliella salina* et *Bacillus sp.* qui sont nettement retrouvés dans toutes les zones centrales des sites étudiés mais qui ne sont pas retrouvés aux abords des chotts.

Références

- Addou, A.N., Schumann, P., Sproer, C., Hacène, H., Cayol, J.L., Fardeau, M.L., 2012. *Melghirimyces algeriensis* gen. Nov., sp. Nov., a member of the family Thermoactinomycetaceae, isolated from a salt lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. Published online August 19, 2011, doi: 1099/ij.s.0.028985-0.
- Boutaiba, S., Hacène, H., Kelly, B., Maupin-Furlow, J. (2011) Microbial diversity in the hypersaline Sidi Ameur and Himalatt Salt lakes of the Algerian Sahara. *Journal of Arid Environments*, 1-8.
- Hacène, H., Rafa, F., Boutaiba, S., Chebhouni, N., Ollivier, B., 2004. Biodiversity of Procaryotic microflora in El Golea's salt lake, Algerian Sahara. *Journal of Arid Environments*, 1-6.

Caractérisation de la pollution organique des eaux de Oued Seybouse. Cas de la Basse Seybouse, nord-est algérien

Lamia Hachemi Rachedi ^{1,*}, Hocine Amarchi ², Med Lamine Khalfa ²

¹ Laboratoire Hydraulique et constructions hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP12, 23000 Annaba, Algérie

² Département d'Hydraulique, Université Badji Mokhtar, BP12, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: lamia_hrachedi@yahoo.fr

Les cours d'eau constitue depuis longtemps une importante source d'approvisionnement en eau potable et répond également aux besoins de l'agriculture et de l'industrie. Mais leur qualité ne cesse de se dégrader. Cette dégradation est due principalement aux rejets non contrôlés et souvent aléatoire d'eau usées de nature différentes.

Dans ce contexte cette étude a pour objectif la caractérisation de la qualité des eaux de l'Oued Seybouse. Situé au nord-est de l'Algérie, l'oued compte parmi les plus importants. Afin d'étudier la nature et d'évaluer ainsi l'état des eaux de l'Oued Seybouse dans le bassin de la Basse Seybouse, des campagnes de prélèvements ainsi qu'une série d'analyses ont été faites sur l'ensemble des eaux de sa surface en vue de caractériser sa qualité.

L'analyse physico-chimique nous a permis d'identifier la nature exacte des polluants et les teneurs qu'ils peuvent atteindre (Tableau 1).

Les résultats des analyses ont montré que les eaux de l'Oued Seybouse sont de mauvaises qualités, cette dégradation de la qualité est principalement générée par le déversement des rejets des eaux usées urbaines et industrielles dans l'oued.

Mots clés : pollution, oued , rejets, analyse, qualité

Tableau 1. analyses physico-chimiques des eaux de la Basse Seybouse

Pts Elmts	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
T°	24.6	24.7	24.4	25.4	28.5	26	25.1	26.3	26.2	26.8	25.1	25.8	26.1
PH	8.29	7.62	8.21	8.23	7.79	8.24	8.25	7.99	8.16	7.88	8.3	8.11	8.23
Conductivité ms/cm	2.56	1552µs/cm	2.6	2.62	3.83µs/cm	2.6	2.57	4.42	7.47	2.09	2.6	2.61	2.63
O2 dissous mg/L	3.88	2.46	3.56	3.59	0.07	3.71	3.78	2.7	3.99	0.51	3.51	3.28	3.14
Salinité %	1.2	0.6	1.2	1.2	2	1.2	1.2	2.3	4.1	1.2	1.2	1.2	1.2
Turbidité FNU	179	10.3	157	92.7	95.7	97.2	206	48.7	26.9	68.7	111	154	80.8
Eh mv	58.6	6.1	13.7	36.1	333.3	40.8	19.8	63.8	28	47.5	33.3	22.1	1.8
DBO5 mg/L	60	77	40	20	140	25	60	73	50	62	43	40	310
DCO mg/L	10.9	29.7	19.8	15.3	25.1	17.1	19.5	25	29.8	38.3	15.3	16	16
Mg mg/L	5.24	41.4	46.6	46.2	51.8	47	46.3	94.8	130	41.5	56.9	55.6	59.3
Nitrate mg/L	2.09	2.22	2.13	2.2	0.673	2.19	2.02	1.61	1.35	0.0331	2.07	2.25	2.39
Nitrite mg/L	0.046	0.404	0.029	0.026	0.099	0.025	0.046	0.056	0.06	0.188	0.025	0.037	0.025
Phosphate mg/L	0.102	0.474	0.083	0.094	7.82	0.102	0.072	0.078	0.192	0.274	0.097	0.119	0.018
Ca mg/L mg/L	125	80	95	100	135	85	80	95	95	70	85	85	100
Azote tot mg/L	5.86	6.3	0.353	3.37	100.4	4.29	4.56	4.66	3.71	7.27	5.55	3.73	5.64
HCO3 mg/L	353.06	352.58	297.68	311.1	1464	292.8	279.38	300.12	305	306	317	292.8	344.04

Origine des anomalies chimiques des eaux de la zone minière de Kherraza, Annaba, nord-est algérien

Soraya Hadj Zobir *

Laboratoire Sols et Développement Durable, Université Badji Mokhtar-Annaba, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : shadjzobir@yahoo.fr

La zone d'étude se caractérise par un petit massif (zone de la mine) au pied duquel s'étend une vaste plaine. Le massif, à lithologie cristallophyllienne (gneiss), est parfois traversé par des roches basiques (amphibolites, pyroxénites) et carbonatées (cipolins magnésiens). Il se caractérise par la présence d'un petit lac, de sources permanentes et d'un seul puit. La plaine, principalement composée de sols argileux et sableux, comporte de nombreux puits.

L'étude géochimique détaillée des différents faciès lithologiques et minéralogiques a permis de distinguer les apports anthropiques de celles géogéniques, dans les différentes eaux de surface et souterraines.

Les eaux souterraines de la plaine apparaissent avoir une neutralité approchée et sont fortement minéralisées (pH= 7.3 en moyenne, CE= 1029-1035 μ S/cm, TDS= 639-752 mg/L). Alors que celles de surface sont acides et peu ou moyennement minéralisées (pH= 6.3 en moyenne, CE= 184-316 μ S/cm, TDS= 133-206 mg/L).

Les diagrammes de stabilité des phases silicatées indiquent que toutes les eaux sont dans le domaine de stabilité de la kaolinite. Cependant, les eaux souterraines à concentrations élevées en Mg montrent une légère tendance vers le domaine de la montmorillonite magnésienne. Le lessivage des cipolins magnésiens ($Ca_{eau}/Mg_{eau} > 2$) et des roches ultrabasiques du massif explique également ces valeurs élevées en Mg (en moyenne 24 mg/L). Les concentrations en Mg des eaux de surface sont faibles (Mg= 4.64-7.3 mg/L). Les teneurs en Mn (0.01 mg/L) sont très faibles dans toutes les eaux, sauf pour les eaux d'une source permanente proche de la mine où Mn atteint 3.42 mg/L. Les teneurs en Fe (1.93-2.25 mg/l) des eaux de surface sont plus élevées que celles souterraines (0.01 mg/L). L'aluminium montre la même tendance que le fer. Les fortes concentrations en Fe et Al traduisent l'impact des rejets miniers riches en oxydes de fer et des sols argileux dans le lac. Les eaux souterraines se caractérisent également par de fortes concentrations en SO_4 (110.92-128.77 mg/L) et Cl (75.3-86.6 mg/L), ce qui est attribuable, respectivement, à l'oxydation des sulfures (pyrite) et au lessivage des amphiboles des amphibolites. La teneur en ces éléments dans les eaux de surface est en moyenne 21 mg/L pour SO_4 et 15 mg/L pour Cl.

L'étude a montré que tous les éléments chimiques présents dans les eaux de la région étudiée sont géogéniques. La présence de rejets miniers et des haldes, riches en oxydes de fer, à proximité des eaux de surface, permet de considérer le fer comme étant d'origine anthropique.

Mots clés : éléments chimiques, eaux, géogéniques, anthropiques, mine, Kherraza

المستقبل وفق منظور التسيير رهانات و الإنجازات و الإمكانيات ،الموارد المائية في الجزائر المستدام

² Mansour Hadjeres ^{1,*}, AbdelKader Chouache ² عبد القادر شواش ² ، منصور هجرس ¹

نرالجزا ، ولاية بجاية ، جامعة عبد الرحمن ميرة ¹

الجزائر ، ولاية أم البواقي ، جامعة العربي بن مهيدي ²

الالكترو البريد: E-mail: hadjeres_m19@yahoo.com *

الماء أو الذهب الأزرق كما يحلو للكثير تسميته لكونه عصب الحياة و مفتاح أية تنمية اقتصادية و الحساسية و الهامة التي تلهم و تقلق في اجتماعية مستدامة ، و نظرا لهذه الأهمية فقد أصبح من المواضيع نفس الوقت الفاعلين و المتدخلين من سياسيين و اقتصاديين ، مسيرين ، مخططين و علماء باحثين جامعيين في مجال المياه و البيئة و الاقتصاد و علوم الأرض بل و لا يتوقف فقط عند هؤلاء حيث يشمل استثناء ، فالقضية لا تعني دولة أو قارة بعينها بل المجتمع المدني لأن القضية تمس الجميع دون تمس المعمورة ككل لأن انعكاسات ندرة أو أزمة المياه ستتمس كل الكرة الأرضية باعتبار أن التحولات المناخية الحالية خطيرة تمتاز بطابعها العالمي .

و منظمة : FAO ذبة و الزراعة ففي آخر تقرير لمنظمات تابعة لهيئة الأمم المتحدة و منها منظمة التنغ تؤكد أن وضع الماء كارثي و خطير و ينذر ببروز أزمة حقيقية في نقص UNESCO التربية و الثقافة حيث يعاني القطاع من ضعف الاستثمار و سوء الاستغلال و التسيير المحكم stress hydrique المياه نوية العامة تبين ارتفاع بارز بحيث تقدر للثروة المتوفرة حيث أن تبرز الأبحاث أن الأرقام الس مليار متر مكعب مقارنة بالمياه سهلة الوصول و القابلة للاستعمال و التي تمثل حوالي 25 بالمائة 3800 إلا أن ضخامة هذه الكمية لا تعكس الواقع حيث أن الفوارق كارثية في التوزيع الجغرافي لهذه الثروة ، أنه بعد 30 سنة من الآن ستعاني مناطق كثيرة من العالم في ندرة المياه و الحيوية حيث تبرز الدراسات صعوبة كبيرة للوصول إلى الماء الصالح للشرب و الذي يمس 880 حاليا مليون نسمة من السكان في العالم خاصة المناطق الجافة و شبه الجافة و المناطق الساحلية ، وتعتبر القارة الإفريقية من القارات تعاني حقيقة من أزمة المياه و التي تمس حوالي 330 مليون نسمة من سكانها و الذي سيرتفع مع التي تزايد عدد السكان ليصل إلى 450 مليون نسمة بحيث سيعانون من صعوبة الحصول على الماء الصالح للشرب.

راض المنتشرة الذين يعانون من العطش و التي سمحت ببروز كارثة صحية حيث أن 80 بالمائة من الأم ناجمة و متقلبة عن طريق المياه غير الصالحة و غير المعالجة التي تقدم للاستهلاك و التي تزيد من تفاقم الوضع.

إن خطورة الوضع و حساسيته هو الذي جعل الفاعلون و المؤثرون يتدخلون و لو من خلال المنتديات و دحولا عاجلة للمشكلة ، و قد كانت لي الفرصة للملتقيات العلمية الدولية لمعالجة الأزمة و إيجا مارس في مدينة مرسيليا بحيث أكد المتدخلون 17-المشاركة في المنتدى العالمي للماء الذي نظم بين 12 على خطورة الوضع و ضرورة التدخل السريع من خلال اقتراح حلول عملية و علمية للتخفيف من حدة أزمة في الدول النامية و على الخصوص القارة الإفريقية التي تمتاز بفقرها و المياه و التي تزيد خطورتها . تخلفها و مشاكلها المناخية .

إن أزمة المياه في القارة الإفريقية ليست وليدة الظروف الطبيعية فحسب حيث الجفاف و تذبذب علنت عنه دراسة قام بها سقوط الأمطار لكون أن إفريقيا تنام فوق خزان كبير من المياه الجوفية هذا ما أ علماء

من هيئة المسح الجيولوجي و جامعة لندن البريطانية ، حيث أكدت أن الصخور الرسوبية الباطنية في كل من مصر و ليبيا و الجزائر و تشاد أي في شمال القارة تحتوي على كميات هائلة من المياه الجوفية و هي يات السكان حاليا و الأجيال القادمة و في حتى في ظل عبارة عن أبار ارتوازية و التي تكفي حاج التحولات المناخية الحالية و لكن لو يتم استغلالها بطريقة عقلانية و علمية، و للإشارة فإن 60 بالمائة من سكان القارة الإفريقية يعيشون في الريف و 80 بالمائة منهم يعتمدون على استغلال و استعمال المياه .الآبار و باستخدام الوسائل التقليدية البسيطة الجوفية من خل

الديموغرافي و إلا أن المشكلة هي أعمق من ذلك و متعددة الأسباب منها الاجتماعية و الاقتصادية ، فالنمو التوسع العمراني و تزايد حاجيات السكان من أجل الاستخدام المنزلي بالإضافة إلى تزايد حاجيات صناعة و الزراعة ، أضف إلى ذلك سوء الاستغلال و قلة الموارد المالية لاستثمارها للنشاط الاقتصادي كال في مجال تنظيم شبكة الاستغلال و التوزيع و يضاف إليه سوء التسيير و غياب ثقافة الاستهلاك لدى المواطن الذي يبذر كميات هائلة من المياه الصالحة للشرب و هذه الظاهرة السلبية و لخطيرة تعد من الأسباب الحقيقية التي يجب معالجتها و بسرعة .

تعد الجزائر من الدول الإفريقية و المغاربية التي تقع جغرافيا في نطاق المناخ الشبه الجاف شمالا و الجاف جنوبا بتذبذب التساقط و مشاكل الجفاف مما ساهم في قلة المياه السطحية بقلّة المجاري المائية إلا أن سوء استغلال كميات التساقط من الأمطار و الثلوج المتساقطة في الشمال تذهب هدرا نحو الدائمة البحر دون استغلال وتشير الأرقام أن إمكانيات الجزائر من المياه هو 17.2 مليار م³ منها 12 مليار م³ في فية في منطقة الجنوب الشمال و 5.2 مليار م³ في الصحراء إضافة إلى الخزان الضخم من المياه الجو الشرقي و المقدّر بـ 45000 مليار م³ مما يجعل الجزائر في مأمن من أزمة المياه في المستقبل لو تم استغلال الإمكانيات المائية المتوفرة و هي التي تتطلب مبالغ مالية كبيرة لأجل التنقيب عنها بحفر متر بالإضافة إلى بناء السدود بلغت 250 68 الأبار حيث أن المياه تتواجد على عمق يتراوح بين 100 و سدا منها 13 في إطار الانجاز بطاقة تقدر بـ 7.2 مليار م³ أما عدد الحواجز المائية فبلغت 423 بقدر 43 مليون م³ و 3.8 مليار م³ من الأبار و ينابيع منها 2 مليار م³ في الشمال .

زائرية ضمن أولويات إستراتيجيتها التنموية الاهتمام أمام تحديات أزمة المياه فقد سطرت الدولة الج بقطاع الثروة المائية من خلال بناء السدود و الحواجز المائية و التحويلات الكبرى للمياه من أجل استغلال محكم للثروة المائية السطحية من خلال تسيير عقلاني محكم في مجال الاستغلال و التوزيع حيوي لكونه عصب التنمية الاقتصادية و الاجتماعية المستدامة و الغاية هي للحفاظ على هذا المورد ال رفاهية حالية و مستقبلية برفع حصة الفرد من الماء إلى 500 م³ و تبقى بعيدة عن المعدل العالمي 1000 م³

و سنحاول من خلال هذه الدراسة التطرق إلى واقع الثروة المائية في الجزائر من حيث مصادرها استراتيجية المنتهجة من حيث طرق استغلالها و تسيرها مع التطرق إلى الانجازات الضخمة في مجال والإ المياه و تحديات المستقبل من خلال الاستراتيجيات المستقبلية المسطرة في مجال قطاع المياه من أجل توفير أمن و مستدام للماء و تجسيدا لشعار الماء حق إنساني أبدي وللجميع .

السدود ، الذهب الأزرق ، أزمة المياه ، التنمية المستدامة ، المياه الجوفية ، المياه السطحية : **ت مفتاحية** كلما الجزائر ، المناطق الجافة ، التحويلات المناخية ، الإستراتيجية التسيير ، التحويلات الكبرى ، ثقافة الاستهلاك ، المستدام .

قائمة المراجع المعتمدة

- ترجمة : ليلي صالح محمود ، عبد الماج / راميش بهاتيا ، أنيت هيور ، بيتر روجرز -
- موسكو- جيولوجيا الماء و مبادئ الجيولوجية التطبيقية 449 ص. دار مير للنشر / د. بوجوسولوف -
- رسالة ماجستير في -النظام الغربي- حدود و آفاق سد إغيل أمدا في التحويل المائي / عباس حمود -
- جامعة قسنطينة 2010- الطبيعية كلية علوم الأرض و التهيئة العمرانية تهيئة الأوساط

Changements climatiques et aléa inondation dans une région semi-aride, bassin versant Bazer, nord-est algérien

Riheb Hadji^{1,2,*}, Abdeslem Demdoun¹, Yacine Limani¹, Abd Errahmane Boumazbeur^{1,3}, Farid Zahri¹

¹ Département des Sciences de la terre, Institut de l'architecture et des Sciences de la terre, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie

² Laboratoire de génie civil appliqué, Faculté des Sciences et Technologie, Université de Tébessa, Algérie

³ Département de géologie, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Université de Tébessa, Algérie

* E-mail: hadjirihab@yahoo.fr

Les intervenants responsables de la gestion des inondations ont besoin d'outils permettant de traiter ce problème de façon simple et précise. Il existe plusieurs méthodes dites de cartographie des risques d'inondation dans le monde ayant pour but de répondre à ces besoins. Ces méthodes considèrent simultanément les éléments constitutifs du risque, soit l'aléa et la vulnérabilité, ce qui permet d'établir de façon précise et quantifiable en tous points du territoire les risques d'inondation.

Le bassin versant Bazer-Eulma, situé au nord-est de l'Algérie, fait partie du grand bassin versant des Hauts Plateaux constantinois. Il abrite des zones vulnérables au risque d'inondation. Par ailleurs la fragilité du milieu, traduisant une action érosive et un transport des sédiments en suspension provoqué par des averses sur des sols secs et peu protégés, amplifie d'avantage cette vulnérabilité.

A cet égard, l'objectif principal de notre étude est de mettre en évidence les zones à risque d'inondation par la méthode du zonage (étude du cas de la Ville d'Eulma). Ceci nous permettra de définir les secteurs nécessitant des interventions prioritaires afin de préserver l'équilibre de la dynamique environnementale de ces zones semi-arides, hautement fragiles.

Cette étude comprend ainsi différentes étapes : (i) un recueil de données, et documents existants ; (ii) une analyse climatologique et hydrologique ; (iii) une étude hydro-géomorphologique ; (iv) une cartographie de l'aléa inondation.

Mots clés : changements climatiques, inondation, aléa, vulnérabilité, risque, Bazer.

Utilisation des SIG pour l'étude de la vulnérabilité aux risques d'inondation

**Mohammed Amin Hafnaoui^{*}, Mosbah Ben Said, Ali Hachemi, Abderrahmane
Noui, Fareh Fekraoui, Mohammed Madi**

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (C.R.S.T.R.A), 7000 Biskra,
Algérie

^{*} E-mail: Hafnaoui.amine@yahoo.fr

Les régions sahariennes ne sont pas à l'abri des inondations. Les dernières en date ayant frappé Adrar (octobre 2004 et janvier 2009), Ghardaïa (octobre 2008) et Doucen (septembre 2009) sont marquées par l'ampleur des dégâts humains et/ou matériels.

Au mois de septembre 2009, la région de Doucen et suite aux précipitations tombées au cours des journées du 11, 12 et 15, septembre. A titre indicatif, les précipitations ont atteint plus de 60 mm en 48 heures sur un total annuel estimé à 82 mm. Ce total inhabituel pour la région a été un facteur déterminant dans le débordement de l'Oued Tamda.

L'objet de cette présentation est d'expliquer une méthodologie d'utilisation du SIG pour l'étude de la vulnérabilité aux risques des inondations, la réalisation de la carte des zones inondables passe par une étude hydrologique dans le but de déterminer le débit maximum de la crue de l'Oued Tamda. L'utilisation des logiciels ArcGis et HacRas à partir du modèle numérique de terrain (MNT) nous ont conduit à réaliser cette carte.

La carte des zones inondables peut être considérée comme référence pour la protection contre les inondations.

Mots clés : régions sahariennes, inondation, carte des zones inondables, Doucen, Oued Tamda

Contribution à la compréhension des problèmes de la maîtrise de l'eau en Algérie du nord : stratégies, politiques et vision

Hanane Hagoug^{*}, Laid Hamel

Laboratoire d'écodéveloppement des espaces, Département des Sciences de l'environnement,
Faculté des Sciences, Université Djillali Liabès, BP 89, cité Larbi Ben M'hidi, 22000 Sidi-Bel-Abbès, Algérie

^{*} E-mail : hagoug_hanane@yahoo.fr

La situation actuelle des ressources en eau et de leurs usages dans le nord algérien présente des enjeux communs à de nombreuses régions du bassin sud méditerranéen : des ressources limitées et largement exploitées, une situation de concurrence entre usages sectoriels, les variations climatiques, la persistance de la sécheresse, l'explosion démographique, le développement économique, la vétusté et l'insuffisance des installations hydrauliques et le recours aux ressources non conventionnelles.

Face aux risques de déficits en eau, le nord algérien est un cas d'étude exemplaire des difficultés que pose la gestion intégrée de l'eau. Les stratégies et les politiques de l'Algérie développées pour la maîtrise de l'eau ont été basées sur la gestion de l'offre en multipliant d'abord les infrastructures hydrauliques destinées à un équilibre national puis en procédant aux transferts destinés à un équilibre régional et enfin au dessalement de l'eau de mer pour réconcilier l'équilibre régional avec l'équilibre national. Bien que cette politique en matière de gestion de l'eau présente une volonté affirmée, la faiblesse de ses systèmes de gestion présente un facteur principal responsable du déficit hydrique en Algérie du nord.

La prise en compte de l'évolution de l'ensemble des paramètres du système de gestion de l'eau et de son environnement est nécessaire pour asseoir une gestion durable. A cet effet, nous développons dans notre travail un modèle appliqué prenant en compte le contexte politique national.

Mots clés : Ressources en eau, gestion intégrée, politique, infrastructures hydrauliques

Contribution de la sismique réflexion à la caractérisation des ressources en eau associées à la nappe profonde de Kalaa Khesba, Tunisie centre-ouest

Oussama Hajji *, Hakim Gabtni

Laboratoire Géoressources, Centre de Recherches et des Technologies des Eaux (CERTE), Technopôle Borj-Cedria, BP 73, 8020, Soliman, Tunisie

* E-mail : hajjioussma@yahoo.fr

Cette étude concerne l'analyse et l'interprétation des profils de sismique réflexion 2D afin de caractériser les ressources en eau associées à la nappe profonde de Kalaa Khesba, qui se situe au niveau de la zone semi-aride à aride de la Tunisie centre-ouest. La procédure d'interprétation sismique passe obligatoirement par un calage des différents réflecteurs sismiques marqueurs afin d'identifier les formations géologiques présentes. Nous avons identifié le réflecteur correspondant au toit des calcaires gris à nummulites de l'Eocène inférieur qui marque la base de système aquifère néogène. L'estimation de l'extension horizontale et verticale de ce système a été effectuée suite à une conversion des sections migrées temps en sections profondeur.

Le détail de la sismostratigraphie et de la diaggraphie du système aquifère néogène au niveau de la nappe profonde de Kalaa Khesba montre deux aquifères majeurs : un premier aquifère représenté par des sables à galets, des conglomérats et des argiles mio-pliocènes (formation Segui) et un deuxième aquifère représenté par des marnes à gypse, des grès et des conglomérats du Miocène moyen à inférieur (formation Oum Douil). Enfin la cartographie en 3D du système aquifère néogène nous a permis de quantifier les réserves en eau souterraine au niveau de la région d'étude.

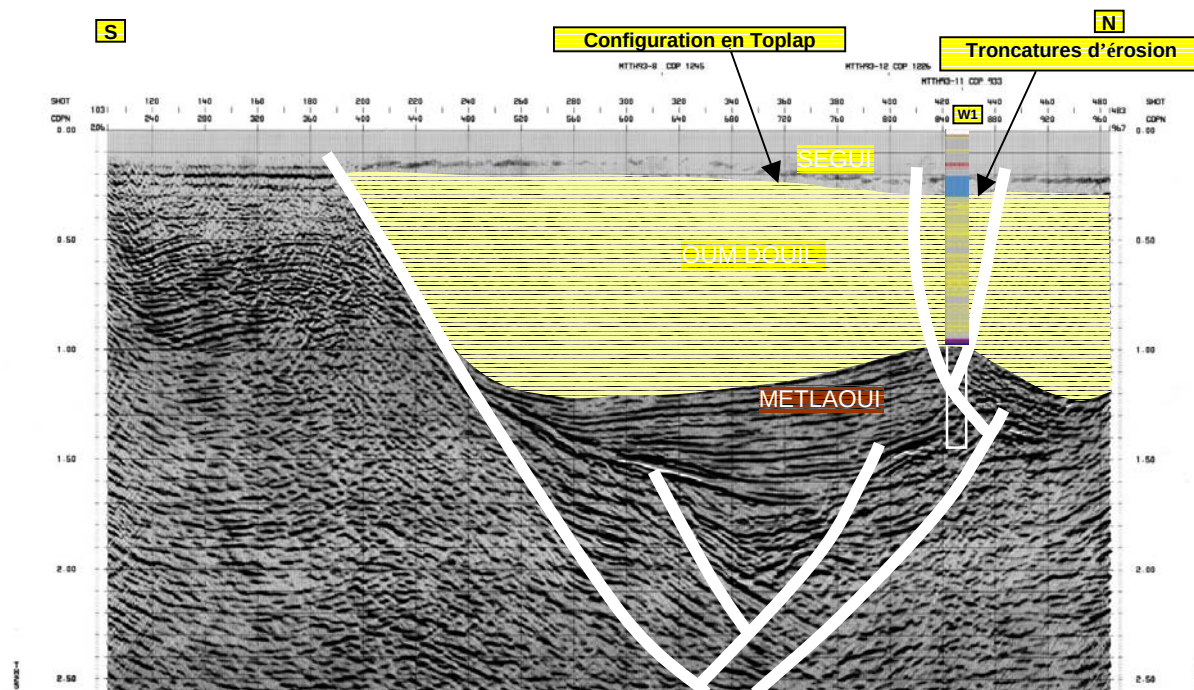


Fig.1. Exemple d'un profil sismique perpendiculaire au graben de Kalaa Khesba montrant la géométrie du système aquifère néogène associé aux formations Segui et Oum Dhoul.

L'auto-épuration au niveau des écosystèmes aquatiques de l'est algérien : utilisation de *Bdellovibrio bacteriovorus*

Ismahan Halassi^{*}, Ali Elafri, Seyfeddine Maezoug, Moussa Houhamdi

Département de Biologie, Université du 08 Mai 1945, Guelma, Algérie

^{*} E-mail: biologystgirl@yahoo.fr

Ceux qui ont étudié le problème de l'auto-épuration des eaux polluées ont été inévitablement amenés à reconnaître à l'eau un pouvoir très bactéricide. En effet, les germes pathogènes disparaissent rapidement des eaux souillées, quelles que soit leurs origines: mers, rivières, lac, etc. Ce phénomène de l'auto-épuration apparaît comme une défense naturelle contre la pollution démesurée des nappes d'eau par l'homme et par les animaux sans laquelle les épidémies d'origine hydrique seraient très fréquentes.

Ce pouvoir bactéricide des eaux a été révélé pour la première fois en par De Gaixa (1889). Cet auteur supposait la présence dans l'eau d'un facteur bactéricide hypothétique jamais mis en évidence. Guelin (1960) a associé ce phénomène à l'antagonisme bactérien. Et enfin Stolp et Petzold (1962) qui, en voulant isoler les bactériophages de l'eau, ont réussi à mettre en évidence la présence dans l'eau polluée de bactéries appartenant à la famille des Vibrionnacees «*Bdellovibrio bacteriovorus*» et qui sont de véritables bactéries rapaces car elles sont capables de se fixer sur les bactéries vivant dans l'eau et les parasitant en se multipliant dans leurs cytoplasmes causant ainsi leur mort. Ces bactéries représentent les plus petites cellules connues jusqu'à ce jour.

Nous projetons dans ce travail d'étudier ce pouvoir auto-épurateur de l'eau du Lac des Oiseaux (wilaya d'El-Tarf) tout en suivant le plan suivant:

- Détermination du degré de pollution de l'eau du Lac des Oiseaux;
- Dénombrement des micro-organismes peuplant l'eau du marais (germes totaux, coliformes, coliformes fécaux et streptocoques fécaux);
- Isolement, dénombrement et caractérisation du pouvoir auto-épurateur de l'eau du Lac des Oiseaux;
- Enfin, étude du rôle de ce micro-prédateur (*Bdellovibrio bacteriovorus* Vibrionnacees) vis-à-vis des coliformes les plus rencontrés dans les eaux souillées.

Mots Clés: Lac des Oiseaux, autoépuration, *Bdellovibrio bacteriovorus*, contamination biologique

Qualité des eaux d'irrigation et réponse physique des sols à la salinité et à la sodicité en zones arides

Amor Halitim *

Laboratoire d'Amélioration des Productions Agricoles et Protection des Ecosystemes en Zones Arides (LAPAPEZA), ISVSA, Université Hadj Lakhdar, 5 Av. Chahid Boukhrouf, 5000 Batna, Algérie

* E-mail : amor.halitim@gmail.com

Afin d'assurer sa sécurité alimentaire d'ici l'an 2020 l'Algérie devra mobiliser plus de 15 milliards de m³/an, c'est-à-dire tripler la mobilisation actuelle. L'agriculture étant le secteur qui consomme le plus de ressources hydriques avec 70% environ des eaux mobilisées annuellement (Mouhouche, 2008). Or, l'Algérie est classée parmi les pays les plus déficitaires en eau, du fait notamment que plus de 90% de son territoire se situe en zone aride (Halitim, 1988). Ses ressources hydriques sont très insuffisantes, notamment dans les régions arides où elles sont généralement d'origine souterraine et pour beaucoup fossiles.

Les ressources hydriques de ces régions sont en outre de qualité médiocre (concentration saline et SAR élevés) et en raison de l'endoréisme et la forte évapotranspiration, les eaux ont tendance à se minéraliser, avec des conséquences néfastes sur la productivité des plantes cultivées, sur la qualité des sols et la durabilité de l'agriculture (Halitim, 2008).

La salinité (conductivité électrique) et la sodicité (SAR) des eaux d'irrigation constituent une contrainte majeure au développement des régions arides. En effet, ce dernier est basé essentiellement sur la création de périmètres irrigués nécessitant de gros investissements mais qui souvent malheureusement, à plus ou moins terme, ont une productivité très réduite par suite de la détérioration de la qualité physique des sols (Daoud et Halitim, 1994 ; Saidi et al., 2004) remettant ainsi en cause la durabilité du développement des régions arides. Or généralement les classements des eaux d'irrigation prennent en considération la réponse des plantes, alors que les sols sont plus sensibles à la salinité et surtout à la sodicité des eaux par suite des effets cumulatifs et difficilement remédiables (Benaouda et al., 2008).

Les travaux rapportés tentent de montrer l'impact de la salinité et de la sodicité des eaux d'irrigation sur le comportement des sols et surtout sur les argiles qui représentent la phase solide la plus importante et la plus réactive du sol. Deux propriétés physiques, conditionnant la fertilité des sols sont prises en considération : la rétention en eau et la conductivité hydraulique.

Les résultats obtenus révèlent que :

- 1) La salinité et la sodicité ont des effets opposés sur ces propriétés fonctionnelles qui diffèrent selon la nature minéralogique de la fraction argileuse;
- 2) Les effets de la salinité et de la sodicité des eaux d'irrigation sur les sols ont pour origine la réactivité des argiles et notamment leur microstructure;
- 3) L'impact de la sodicité des eaux sur les sols dépend de leur salinité. En présence d'une concentration saline l'effet du SAR devient faible. A l'inverse, en l'absence de concentration de salinité l'effet du SAR devient très net à de faibles valeurs, autour d'un ESP de 10 à 15%;

- 4) Les mécanismes mis en jeu font intervenir le gonflement et la dispersion des argiles qui se traduisent par une réorganisation du matériau pédologique;
- 5) La réaction des sols aux eaux d'irrigation dépend de la texture et de la nature minéralogique de la fraction argileuse. Elle dépend aussi de la présence ou non d'autres sels peu solubles, notamment de la calcite et surtout du gypse.

Dans un tel contexte de rareté de l'eau mais aussi de sols agricoles il est indispensable de veiller à valoriser le mètre cube d'eau par notamment un choix judicieux des sols à irriguer, et à développer une agriculture durable en limitant tout gaspillage et toute atteinte à la qualité de l'eau, et en protégeant le sol et l'environnement de toute dégradation. Les travaux portant sur les relations eau-sol et notamment sur la réactivité de la phase argileuse du sol permettent de saisir les mécanismes mis en jeu en vue d'apporter des solutions appropriées.

Mots clés : régions arides, irrigation, salinité, sodicité, argile, conductivité hydraulique, rétention en eau

Références

- Benaouda L., Assami T., Meridja W., Halitim S., Halitim A., 2008. Changement de la qualité des sols irrigués de la plaine d'El Outaya(Biskra) : Données de base et hypothèses. Actes du Colloque international sur l'aridoculture : Optimisation des productions agricoles et développement durable. *CRSTRA Biskra* (Algérie)- 13-14 Déc. 2008, Tome 1, 129-144.
- Daoud Y., Halitim A., 1994. Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. *Sécheresse*, 3(5), 151-160.
- Halitim A., 1988. Sols des régions arides d'Algérie. *OPU Alger*, 348p.
- Halitim A., 2008. L'Aridoculture : Contraintes, atouts et perspectives Actes du Colloque international sur l'aridoculture : Optimisation des productions agricoles et développement durable. *CRSTRA Biskra* (Algérie), 13-14 Déc. 2008, Tome 1, 7-16.
- Mouhouche B., 2008. Etude en vue d'une utilisation durable et efficace des ressources hydriques en Algérie. Actes du Colloque international sur l'aridoculture : Optimisation des productions agricoles et développement durable. *CRSTRA Biskra* (Algérie), 13-14 Déc. 2008, Tome 1, 39-52.
- Saidi D., Lebuissonnais Y., Duval O., Daoud Y., Halitim A., 2004. Effet du sodium échangeable et de la concentration saline sur les propriétés physiques des sols de la plaine du Cheliff (Algérie). *Etude et Gestion des Sols*, 11(2), 81-92.

Past and future of management practices for the water resources of Al Jabal Al Akhdar region, northeast Libya

Salah M. Hamad *

Faculty of the Natural Resources and Environment sciences, University of Omar Al Mukhtar, Al Baydah, Libya

* E-mail: shehabcad@gmail.com

The aim of this research is to review the current management practices in terms of policies, legislative and organizational framework, and analyze existing gaps in relation to IWRM enabling environment of the water resources of Al Jabal Al Akhdar (Green Mountain) region, northeast Libya.

The status of water resources management was investigated according to the available relevant literatures from water institutions. The review proves the existence of many challenges and constraints such as institutional, human, technical, and legislative faced and still facing water resources management in Al Jabal Al Khadar, and the main solution in term of reform were introduced to overcome these challenges and constraints according to the main concepts of IWRM.

L'ammoniac et la santé dans un milieu industriel urbanisé. Cas du complexe Fertial, plaine d'Annaba, nord-est algérien

Mani Hannouche *, Fella Abour

Laboratoire de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : hannouche_mani@yahoo.fr

L'ammoniac se trouve dans la plupart des eaux par suite de la dégradation biologique des matières organiques azotés, mais il peut également s'infiltrer dans les eaux souterraines et les eaux de surface par suite de déversements de déchets industriels. Il se trouve également dans l'atmosphère et provient principalement des activités agricoles. Il est donc important de bien l'identifier et de le quantifier en vue de mieux le contrôler. Le complexe Fertial est situé dans la wilaya d'Annaba, capitale industrielle de l'est algérien. La région d'étude est connue par son activité industrielle et agricole. L'usine d'ammoniac représente la tranche essentielle dans le complexe Fertial. Une fois émis, il ne reste que quelques heures dans l'atmosphère, mais engendre une cascade d'effets environnementaux qui, à des concentrations élevées, affectent la faune, la flore et la qualité de l'air localement. Les analyses des prélèvements d'échantillons ont été réalisées à l'usine Fertial et se rapportent à la période allant de janvier jusqu'à avril 2011. Les résultats obtenus dans les différents rejets montrent des valeurs plus ou moins élevées que ce soit vers la mer Méditerranée via le canal de l'usine que vers l'atmosphère (gaz). La mauvaise qualité de l'air (odeurs piquantes) rend non seulement les conditions de travail difficiles, mais peut avoir aussi un impact important sur la santé humaine. Très irritant pour le système respiratoire, la peau et les yeux. Son contact direct peut provoquer des brûlures graves. A forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires.

Mots clés : ammoniac, santé, eaux, environnement, atmosphère

Épuration des eaux usées par le lagunage naturel dans les régions arides: résultats de pilote et perspectives.

Nabil Harrat^{*}, Ali Hachemi, Mesbah Ben Said

Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (C.R.S.T.R.A), Biskra, Algérie

^{*} E-mail : harrat_nabil@yahoo.fr

Avec le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation, ainsi que l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux dites "usées" ont considérablement évolué en quantité et en qualité. Les eaux usées quelles que soit leurs origines, sont généralement chargées en éléments indésirables qui, selon leur quantité et leur composition, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs ou leurs utilisateurs. Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel a des conséquences terribles, en particulier la modification du taux d'oxygène dissous. En effet, les matières organiques en décomposition et les débris consomment l'oxygène des cours d'eau et affectent leur capacité naturelle d'auto-épuration. Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent afin de rendre au milieu aquatique une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs (utilisation agricole ou industrielle, etc.).

Selon la nature ou l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des rejets en fonction des caractéristiques spécifiques de ces derniers et du degré d'épuration désiré. Il faut noter d'ailleurs que pour un même type de pollution, on peut envisager des solutions d'épuration diverses, le choix de celles à retenir doit faire intervenir non seulement des considérations d'ordre technique, liées par exemple à l'efficacité relative des divers procédés possibles; mais aussi un point de vue économique portant sur l'estimation des frais d'investissement, de fonctionnement et d'exploitation.

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence les potentialités du réseau à épurer les eaux usées d'une région aride (région de Touggourt) sous un régime d'écoulement horizontal, de les comparer à celles d'un bassin de lagunage non planté placé sous les mêmes conditions expérimentales.

Mots clés : eaux usées, épuration, pollution, qualité, région aride

Delineation of Wellhead Protection (WHP) plans in karst aquifer limitations

Jawad Hasan^{*}, Amjad Drabea

Al-Quds University, PO Box 51000 Bet Hanina, Palestine

^{*} E-mail: jhassan.aqu@gmail.com

Water resources in Middle East countries are not only limited but also highly vulnerable to anthropogenic contaminants where effluent can easily infiltrate into groundwater through a typical karst aquifer system. Due to the thin soil cover contaminants will not have the time to be subjected to natural self purification, therefore contaminants are transported rapidly in karst conduits over large distances. Strategies are required to preserve optimum groundwater quality, and so management of this vital natural resource has become worldwide priority. Groundwater from karst aquifers is among the most important resources of drinking water supply of the worldwide population, in some countries karst water contributes 50% to the total drinking water supply, in some regions it is the only available freshwater resource. At the same time karst aquifers are particularly vulnerable to contamination due to thin soil cover, flow concentration in the epikarst, contaminants can easily reach the groundwater, where they may be transported rapidly in karst conduits over large distances (Hasan, 2009). The main source of water in Palestine is groundwater; through drought situation prevailing in recent years, for drinking water, agriculture and industry (Marie and Vengosh, 2001). But these resources of groundwater are suffering from pollution and illegal access from the activities of community life in the absence of Palestinian laws and legislation implementation that regulate and ensure the protection of groundwater resources in Palestine (Carmon et al., 1997). Groundwater was once thought to be protected from contamination by layers of rock and soil that act as filters. We now know, however, contaminants can enter groundwater from landfills and lagoons used for storing waste, chemical spills, leaking underground storage tanks, and improperly managed hazardous waste sites. The study area (Al Fawar wells field) is located in the end of Al Fawar refugee Camp with elevation 718 m above sea level (Fig.1). The camp is located about 8 km south of Hebron city in the southern part of the West Bank. The catchment area which feeds the study area extended from Dura at west to Al Fawar refugee camp at east, and Hebron city to the north. The major scope of the study was to create a protection zone map to the various water sources in the study area and to try to define the water protection zones. It was that in most of the cases the contamination appears randomly and it is impossible to predict when and in which intensity it will appear in the springs and in some wells. The results show that the spring system is the most sensitive to contamination hazard. Only wells that are pumping from unconfined aquifer may receive small amount of effluent that flow in adjacent wadis and penetrate through karst fissures into the deep aquifer system. It was found that the difference in the vulnerability between the spring system and the regional aquifer (well system), is a result of differences in their storage size and in their flow pattern. The spring system has a smaller storage and fast flow and is much more sensitive to contamination hazard than the regional aquifer.

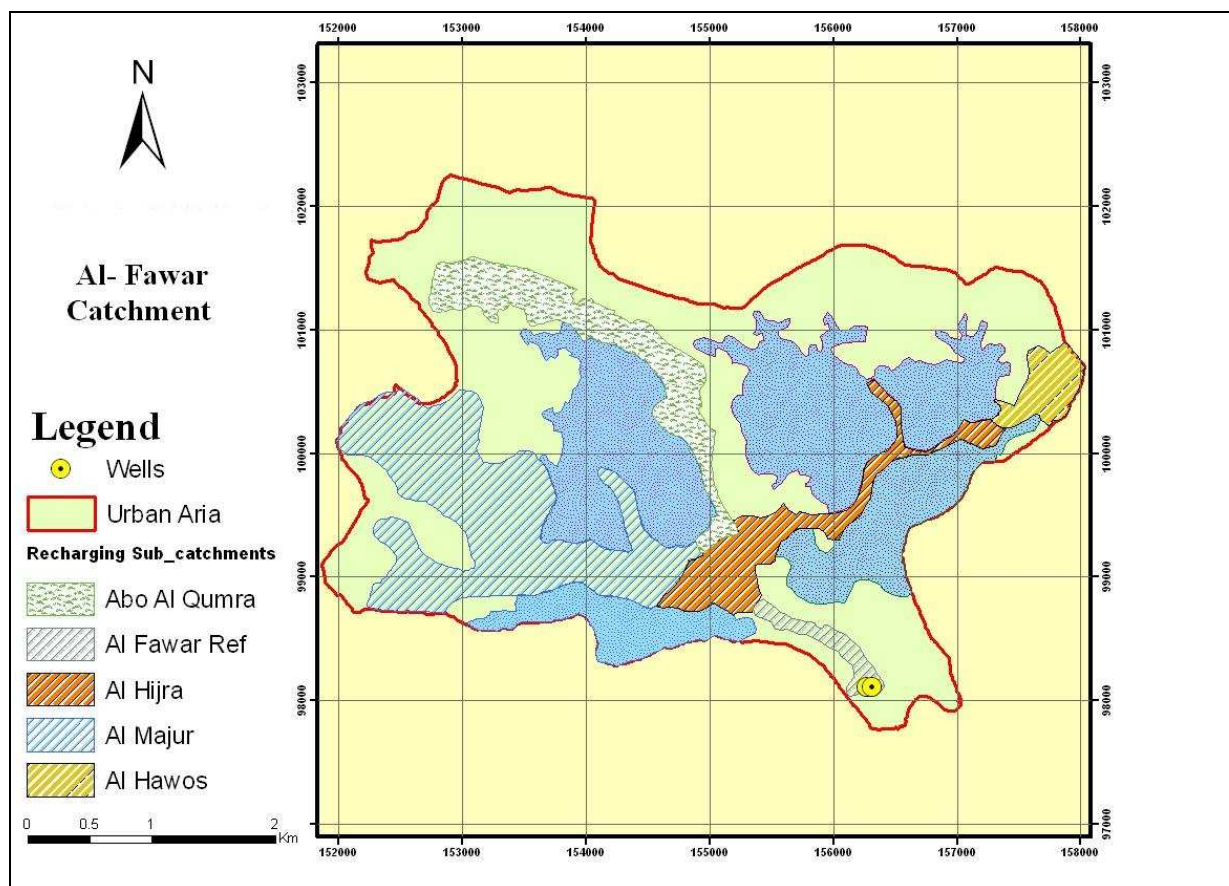


Fig.1. Map showing the boundaries of the study area and the distribution of the urban and recharging sub catchments for Al-Fawar well field.

Reference

- Carmon, N., Shamir, U., Meiron, S., 1997. Water-sensitive Urban Planning: Protecting Groundwater. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(4), 413-434.
- Hasan, J., 2009. Nature and the Origin of Ein Feshcha Springs (NW Dead Sea). *PhD thesis*, submitted to the Karlsruhe Univ., Germany.
- Marie, A., Vengosh, A., 2001. Sources of salinity in groundwater from Jericho area, Jordan valley. *J. Ground Water*, 39, 240-248.

Monthly reference evapotranspiration (ET_0) modelling using Neuro Fuzzy techniques: case study of Algeria

Salim Heddami^{1,*}, Ibtissem Ladlani², Larbi Houichi³, Lakhdar Djemili⁴

¹ Faculty of Science, Agronomy Department, Hydraulics Division University 20 Août 1955, Route El Hadaik, BP 26, Skikda, Algeria

² Faculty of Engineering Sciences, Hydraulics Department, University Badji-Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algeria

³ Institute of Civil Engineering-Hydraulics and Architecture, Hydraulics Department, University Hadj Lakhdar 5000 Batna, Algeria

⁴ Faculty of Engineering Sciences, Hydraulics Department, Badji-Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algeria

* E-mail: heddamsalim@yahoo.fr

Reference Evapotranspiration (ET_0) is essential to the management of water resources. An accurate estimation of ET_0 is crucial for the management of agricultural irrigation, water balance and soil conservation. However, it is difficult to effectively simulate its variation. The FAO-56 Penman-Monteith equation is recommended as the standard for estimating ET_0 , and for evaluating other Evapotranspiration (ET) estimation methods. In this study, two Neuro Fuzzy systems, namely: (1) grid partition-based fuzzy inference system (FIS), named ANFIS-GRID, and (2) subtractive clustering based (FIS), named ANFIS-SUB, are developed and compared, in order to estimate monthly ET_0 in Algeria. Ten year monthly data collected from Dar El Beida, Algiers, are used to train and test the constructed models. Various monthly climatic data are used as inputs to the ANFIS-SUB and ANFIS-GRID models so as to estimate ET_0 obtained using the FAO-56 Penman-Monteith equation. The low root mean square error and high correlation coefficient values were obtained with ANFIS-SUB method of a first-order Sugeno type inference. This study demonstrates that ANFIS-SUB outperforms ANFIS-GRID due to its simplicity in parameter selection and its fitness in the target problem.

Keywords: Reference Evapotranspiration (ET_0), Neuro Fuzzy Systems, ANFIS-GRID, ANFIS-SUB, Penman-Monteith, modelling

Modelling daily reference evapotranspiration (ET₀) in Algeria using two Artificial Neural Networks: a comparative study

Salim Heddami^{1,*}, Ibtissem Ladlani², Larbi Houichi³, Lakhdar Djemili⁴

¹ Faculty of Science, Agronomy Department, Hydraulics Division University 20 Août 1955, Route El Hadaik, BP 26, Skikda, Algeria

² Faculty of Engineering Sciences, Hydraulics Department, University Badji-Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algeria

³ Institute of Civil Engineering-Hydraulics and Architecture, Hydraulics Department, University Hadj Lakhdar 5000 Batna, Algeria

⁴ Faculty of Engineering Sciences, Hydraulics Department, Badji-Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algeria

* E-mail: heddamsalim@yahoo.fr

Estimation of reference Evapotranspiration (ET₀) is needed to support irrigation design and scheduling and watershed hydrology studies. There are many available methods to estimate Evapotranspiration from a water surface, comprising both direct and indirect methods. In this study, the generalized regression neural networks model (GRNN) and radial basis function neural network (RBFNN), are developed and compared, in order to estimate the ET₀, for the first time in Algeria. Various daily climatic data, that is, daily mean relative humidity, sunshine duration, maximum, minimum and mean air temperature, and wind speed from Dar El Beida, Algiers, Algeria are used as inputs to the GRNN and RBFNN models so as to estimate ET₀ obtained using the FAO-56 Penman-Monteith equation (PM56). The performances of the models are evaluated using root mean square errors (RMSE), mean absolute error (MAE) and correlation coefficient (CC) statistics.

Keywords: Reference Evapotranspiration (ET₀), Generalized Regression Neural Networks, Radial Basis Function Neural Network, Penman–Monteith, modelling

Caractérisation du comportement hydraulique du système aquifère karstique maastrichtien de Dyr (Tébessa, Algérie) par la méthode des analyses corrélatoires et spectrales

Mohammed Laid Hemila *, Bilel Djoulah

Département des Sciences de la terre et de l'univers, Université de Tébessa, route de Constantine, 12000
Tébessa, Algérie

* E-mail: hemilamedlaid@yahoo.fr

Le synclinal de Dyr couvrant une superficie de 162 km² est situé au nord-est de Tébessa, Algérie. Il est formé essentiellement par de très importantes assises carbonatées de calcaires et des marnes d'âges paléogène-crétacé supérieur. Les calcaires du Maastrichtien constituent un aquifère karstique avec la source de Ain Zerga le principal exutoire. Les travaux d'étude réalisés précédemment ont montré que ce système karstique a un potentiel hydraulique très important qui est variable dans le temps et dans l'espace. Afin de comprendre les mécanismes de modification spatio-temporelle du potentiel hydraulique, nous avons tenté de réaliser une étude globale de caractérisation de la structure et du comportement hydraulique de ce karst maastrichtien en appliquant les méthodes de l'approche fonctionnelle.

Dans cet article nous présentons seulement les résultats d'application de la méthode des analyses corrélatoires et spectrales. L'objectif principal est la détermination de l'importance des fonctions transmissives et capacitives qui sont assurées respectivement par le drain (axe de drainage) et les sous-systèmes annexes au drainage (SAD) au travers de l'inertie propre du système karstique.

Par ces outils statistiques, qui utilisent les fondements de traitement du signal, nous avons essayé dans un premier temps de décrire et de comparer les structures des deux séries chronologiques ; La pluie tombée dans le synclinal de Dyr comme entrée (la cause) du système karstique et le débit d'écoulement de la source de Ain Zerga comme sa sortie (l'effet). Puis, sur la base de détermination des composantes du signal, nous avons donné à la fin de cette étude une synthèse sur le fonctionnement de ce système.

Les traitements des données des chroniques de ces deux séries ont été réalisés en deux termes de temps :

(i) Traitement à court terme basé sur les données hydro-pluviométriques relatives à une période de suivi effectué par nous même du 01/04/2010 au 31/03/2011. L'analyse statistique est réalisée avec un pas de temps journalier et une troncature « m » de 125 jours. La longueur d'observation est de 365 jours.

(ii) Traitement à long terme basé sur les données hydro-pluviométriques enregistrées durant 3134 jours allant du 01/09/2002 au 31/03/2011. La troncature « m » utilisée est de 1045 jours.

Les résultats du traitement automatique par l'utilisation du logiciel « Xlstat 2011 » ont montré que ce système karstique a un comportement faiblement inertiel avec un effet mémoire petit et une fréquence de coupure haute. La réponse impulsionnelle des pluies est courte où le temps de régulation est court.

Ceci permet de considérer que notre karst possède une structure de drainage bien développée d'où une karstification fonctionnelle.

Par rapport aux systèmes karstiques de référence, le système karstique maastrichtien de Dyr peut être classé dans les aquifères karstiques à effet de mémoire petit. Selon les valeurs des composantes du signal, le système en question peut être proche du système karstique de Baget.

Mots clés : karst, analyse corrélatoire et spectrale, synclinal de Dyr, Tébessa, Algérie

Detection of water leaks in Foum-El-Gherza dam, Algeria

Nadia Hocini^{*}, Adnane Soufi Moulla

Centre de Recherche Nucléaire d'Alger (CRNA), 2 Bd Frantz-Fanon, PO Box 399, 16000 Algiers, Algeria

^{*} E-mail: nadiahocini@yahoo.fr

Foum-El-Gherza dam is located at 18 km east of Biskra province in the south-eastern part of Algeria and mainly used for irrigation purposes. The dam model project was designed in 1946 by the Algerian Hydraulics Laboratory (Neyrpic). The completion of the construction phase was in 1952 and the exploitation showed immediately leaks at the downstream part of the dam. The maximum leak value ($20.7 \times 10^6 \text{ m}^3$) was recorded from 1981 to 1982 (Remini et al., 2001).

The main aim of this work consists to detect water leakage combining conventional and nuclear techniques (isotopic and radiotracer). Classical methods concerns the follow up of physico-chemical parameters (conductivity, temperature and chemical composition). Isotopic and radiotracer techniques concern the determination of the isotopic composition of water (oxygen-18 and tritium) and the labelling of the reservoir (Rhodamine fluorescent tracer), respectively.

The results obtained from temperature and conductivity profiles that were drawn for the sampled piezometers have shown the presence of very complex vertical and horizontal flows (Plata Bedmar, 1991). Horizontal flows are also present within the piezometers. This could be due to the geological characteristics of the site. Regarding the chemical composition, a Piper diagram (Fig.1) shows that there is no relationship between lake water and groundwater that is occurring in the immediate vicinity of the reservoir. These results were confirmed by the isotopic method through oxygen-18 and tritium contents as summarized in Table 1 (Hocini, 1998). An interconnection experiment using a Rhodamine-WT fluorescent tracer was performed afterwards. It consisted in labelling the reservoir water at a distance of 2 m from the shores. The tracer monitoring at the springs showed that Rhodamine was detected after two days at the right bank and one week at the left bank, respectively.

The investigation described in this paper allows us to conclude that the implementation of this pilot study and its associated preliminary results seems to be satisfactory. However, according to the complexity of the geological site, more experiments need to be performed in order to understand and assess the leakage phenomena.

Acknowledgements

The authors are very grateful to the staff of the 'Agence Nationale des Barrages' for their cooperation and logistic assistance.

References

- Plata Bedmar, A., 1991. Detection of leakage from reservoirs and lakes. Use of artificiels tracers in hyrology. *Proceedings of an Advisory Group Meeting*, AIEA-TECDOC-601.
- Remini, B., Hocini, N., Moulla, A.S., 2001. Water leaks in Foum-El-Gherza dam (Algeria). *EIN International*, 6, 55-59.

Hocini, N., 1998. Etude des fuites dans les barrages au moyen des techniques isotopiques. *Premières Journées d'Etudes sur les Applications des Techniques Nucléaires en Ressources Hydriques et en Agriculture*. COMENA/CDTN, Alger 30/11-02/12/98.

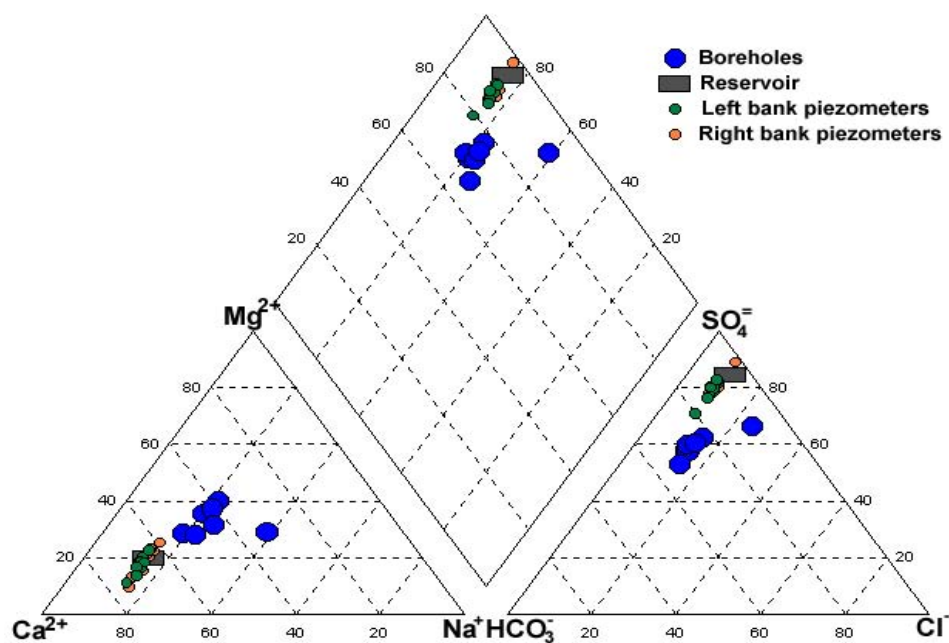


Fig.1. Piper diagram of obtained results

Table 1. Main composition of the isotopic results

Sample	Tritium (T.U.)	Oxygen-18 (‰)
Borehole F1	2.1	-7.3
Borehole F2	1.3	-7.5
Borehole F3	< 0.4	-7.5
Borehole FL3	1.4	-7.9
Borehole F4	2.0	-7.4
Borehole F4 bis	1.7	-7.5
Borehole F5	< 0.4	-7.4
Reservoir	9.7	-0.2

Elimination du Nickel par électrocoagulation bipolaire

Lamia Imine^{*}, Kahina Nait Amara, Fatma Belkessam, Mohand Aidene

Département de Chimie, Université Mouloud Mammeri, BP 17, RP 15000 Tizi-Ouzou, Algérie

^{*} E-mail : iminelamia@gmail.com

L'objectif de ce travail était d'étudier l'applicabilité du procédé d'électrocoagulation (EC) pour le traitement d'un effluent industriel chargé en Nickel. Nous avons étudié les performances du procédé d'EC en batch sur un rejet de l'ENIEM C.A.M. Oued-Aissi de Tizi Ouzou que nous avons systématiquement traitées en utilisant des électrodes en aluminium. L'étude concerne l'influence d'un grand nombre de paramètres : densité de courant, salinité, pH, concentration initial de la solution, distance inter-électrodes et nombre d'électrodes. A l'issu de ce travail, nous avons sélectionné les conditions optimales du procédé d'électrocoagulation. De meilleurs abattements du Ni^{2+} ont été obtenus pour des densités de courant de $j = 200 \text{ A/m}^2$, l'optimum du pH initial a été trouvé à 7, et la conductivité optimale est estimée à $\sim 2,8 \text{ mS/cm}$, ces conditions opératoires permettent d'atteindre simultanément un bon mélange, une bonne flottation, la stabilité des floes et donc une élimination efficace, dans un temps de réaction relativement court et à faible coût. Au vu de ces résultats, ce procédé promet des applications industrielles intéressantes.

Mots clés: électrocoagulation, récupération, rejets métallifères, nickel, électrode bipolaire

Utilisation des isotopes stables de l'eau en milieux semi-arides. Cas du bassin d'Essaouira

Mohammed Jalal^{1,*}, Mohammed Bahir², Nour-Eddine Laftouhi²

¹ N°11, Bloc 1, Lotissement Hamdania, 23000 Beni Mellal, Maroc

² Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

^{*} E-mail: mjalal2007@gmail.com

De nos jours, le recours aux méthodes de l'hydrologie isotopique est devenu presque indispensable pour compléter toute investigation hydrogéologique et surtout en milieux discontinus des zones arides et semi-arides.

Au Maroc, l'utilisation de ces outils est relativement récente et elle est encore très limitée. Dans notre cas, on s'est intéressé à l'étude du bassin d'Essaouira en faisant appel à plusieurs campagnes de prélèvements et d'analyses des eaux souterraines de la région. L'étude s'est intéressée à l'aquifère multicouche contenu dans les formations carbonatées du Crétacé moyen et supérieur de la région de Meskala-Kourimat.

Les résultats obtenus par le dosage des isotopes stables de la molécule de l'eau en l'occurrence l'oxygène-18 et le deutérium, ont permis aussi bien de définir les aires de recharges des différents aquifères étudiés, que de souligner l'origine atlantique des précipitations. L'infiltration rapide des eaux météoriques a aussi été mise en évidence, chose tout à fait cohérente avec le développement de la fissuration et/ou karstification observée sur le terrain.

Mots clés : Essaouira, hydrologie isotopique, Cénomano-Turonien

Facteurs influençant le transport des fertilisants dans un réseau d'irrigation localisée

Farid Jebrane ^{1,*}, Abdellah El Aissaoui ², Oussama El Gharras ², Mounsif

Benchekroun ³

¹ Direction Régionale de l'Agriculture Chaouia Ourdigha, BP 551, Settât, Maroc

² INRA, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settât, BP 589, Settât, Maroc

³ Faculté des Sciences et Techniques de Settât, Université Hassan 1^{er}, BP 577, route de Casablanca, Settât, Maroc

* E-mail: jebrane.farid@gmail.com

Avec le développement considérable de l'irrigation localisée, la maîtrise de la fertigation est devenue un facteur essentiel de la production agricole. Justifiée par son impact économique et environnemental, la fertigation a des conséquences négatives, notamment sur le plan environnemental. Le développement irrationnel de la fertigation entraîne une dégradation des sols et une pollution de la nappe phréatique.

L'objectif de cette étude est de mettre en exergue tous les paramètres qui affectent la performance de l'uniformité de la fertigation et de poser la problématique pour une modélisation des facteurs agissant sur la variabilité spatiale et temporelle du soluté. Pour cela, cette recherche permet de déceler le problème de l'uniformité de la fertigation en intégrant les dimensions de l'espace et du temps de transit du soluté ainsi que la performance du système d'injection.

L'approche globale de tels paramètres dans le contexte technico-économique de la conception et la gestion de la fertigation permet de les intégrer ultérieurement pour le développement d'un modèle mathématique sur l'étude du comportement dynamique de la fertigation. Une telle modélisation permet d'approcher ce phénomène physique en vue d'optimiser la conception et la gestion des réseaux de micro irrigation pour des raisons économiques et environnementales.

Mots clés : fertigation, injecteur, uniformité, performance, temps de transport, soluté

Vers une stratégie d'économie d'eau dans les périmètres irrigués sud-est tunisien, cas du bassin versant d'Oum Zessar

Houcine Jeder ^{1,*}, Mongi Sghaier ¹, Kamel Louhichi ², Ahmed Ben Khalifa ³

¹ Institut des Régions Arides IRA, Route du Jorf, 4119, Médenine, Tunisie

² INRA-UMR Économie publique, Avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon, France

³ Unité de recherche Environnement Ressources Naturelles Agriculture, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Tunis, Tunisie

* E-mail : djederhoucine@yahoo.fr

Les ressources en eau dans les zones arides de la Tunisie sont sujettes à de fortes pressions qui menacent sérieusement leur durabilité. Cette situation risque de s'aggraver au fil des années avec l'accroissement des besoins, la surexploitation de la ressource et les effets néfastes du changement climatique. Pour remédier à ce problème, les pouvoirs publics ont déployé depuis plusieurs décennies des efforts considérables moyennant diverses stratégies évolutives passant d'une stratégie basée sur la gestion de l'offre à une stratégie de gestion de la demande. La tarification de l'eau demeure l'un des instruments de régulation le plus utilisé en matière d'économie d'eau au cours de cette nouvelle stratégie. L'objectif de ce papier est d'apprécier, à travers une étude de cas, l'impact de la politique de tarification d'eau d'irrigation sur la durabilité des systèmes de production en utilisant une panoplie d'indicateurs. La modélisation bioéconomique couplant le modèle biophysique CropSyst (Cropping System model) et le modèle économique de ferme FSSIM « Farming System SIMulator »¹ a été appliquée à quatre exploitations types représentatives de l'agriculture irriguée dans le bassin versant d'Oum Zessar, sud-est de la Tunisie. Les principaux résultats dégagés de cette étude sont : la forte dépendance de la durabilité de différents systèmes de production à la politique de tarification de l'eau; les systèmes de production semi-intensifs semblent plus appropriés et s'adaptent mieux aux conditions climatiques que les systèmes intensifs ; la forte sensibilité des exploitations des périmètres privés à l'évolution progressive des coûts de pompage de l'eau comparées à celles des périmètres publics, qui arrivent à amortir l'impact de cette évolution grâce à leur bonne capacité d'adaptation; les systèmes de production autour des puits de surface paraissent plus fragiles et non durables et que l'orientation vers la gestion collective de l'eau semble être une solution adéquate pour maintenir l'activité en irriguée et assurer la durabilité des ressources en eau dans ces zones arides.

Mots clés : système de production, durabilité, tarification de l'eau d'irrigation, modélisation bioéconomique, bassin versant d'Oum Zessar, sud-est tunisien

¹ FSSIM est un modèle générique développé dans le cadre du projet européen SEAMLESS « *System for Environmental and Agricultural Modelling ; Linking European Science and Society* ». Louhichi et al., 2009.

Evaluation des paramètres physico-chimiques du Bas Oued Beht, Maroc

Fadwa Jeddi ^{1,*}, Houcine Boussalwa ¹, Ahmed El Harfi ²

¹ Laboratoires de biodiversité et de ressources naturelles, Environnement et Energies Renouvelables,
Département de Biologie, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Laboratoires de chimie organique et macromoléculaire, Environnement et Energies Renouvelables,
Département de chimie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

* E-mail: fadwa.24@hotmail.com

Les ressources en eau constituent un élément fondamental et nécessaire au maintien et au développement de toute activité humaine, économique et sociale. L'Oued Beht est un affluent de l'Oued Sebou d'une importance capitale aussi bien pour l'homme que pour la faune aquatique.

Ce travail est une contribution dans l'évaluation du niveau de la pollution des eaux du Bas Beht. Il tentera de décrire l'état de la qualité des eaux, ainsi que les dégâts que peut engendrer leur pollution. La dégradation de la qualité des eaux est principalement générée par le déversement des rejets des eaux usées urbaines ou industrielles dans l'Oued sans aucune épuration préalable. Cet état est encore plus alarmant pendant les années de sécheresse et pendant les périodes d'étiage en raison des faibles débits d'écoulement qui ne permettent pas de bonnes conditions de dilution et d'autoépuration.

L'évaluation annuelle de la qualité des eaux du Bas Oued Beht a révélé les résultats suivant : le pH varie entre 7,75 et 8,4 ; la température restent presque constante à 20°C; la seule augmentation est observée à l'aval du rejet SURAC; la conductivité 2900 et 3000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour les quatres premiers points de prélèvement à aval du rejet SURAC où la conductivité est 3100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pour MES 7 et 34 pour les quatres premiers points de prélèvement, mais au niveau de l'aval du rejet SURAC la turbidité est 120 supérieure à NTU 50.

L'évaluation des paramètres globaux de pollution au cours de l'activité sucrière est DCO300 mgO_2/l , et DBO5 120 mgO_2/l au niveau du point aval de la SURAC.

Mots clés : Oued Beht, paramètres physico-chimiques, paramètres globaux de pollution

Origine des éléments chimiques et identification des apports anthropiques dans les eaux souterraines, sous un climat aride : cas de la ville de Béchar, sud-ouest algérien

Abdesselem Kabour ^{1,*}, Azedine Hani ², Lynda Chebbah ¹

¹ Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar, BP417, 8000 Béchar, Algérie

² Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: kabour_abs@yahoo.fr

La ville de Béchar est située dans le sud-ouest algérien, où règne un climat aride à tendance saharienne. Elle subit comme toutes les grandes agglomérations une demande croissante en eau, en fonction du développement économique et démographique. Malgré un taux de raccordement assez important au réseau d'alimentation en eau potable, les eaux souterraines restent sollicitées pour des tâches quotidiennes (douches publics, bains turcs, mosquées, irrigation, etc.). Après usage les eaux résiduaires sont rejetées dans l'Oued Béchar.

L'Oued Béchar traverse la ville, sur toute sa longueur, où les eaux du réseau d'assainissement urbain sont rejetées sans traitement préalable, constituant une réelle menace sur l'environnement, plus particulièrement sur les eaux souterraines, ceci est conditionné par le fonctionnement hydrodynamique du système aquifère de la ville.

Cette situation nécessite de mener une étude objective sur l'origine des éléments chimiques des eaux souterraines pour déterminer les différents mécanismes d'acquisition et identifier les apports anthropiques. L'identification du faciès, l'analyse en composantes principales (ACP), le diagramme de Gibbs et les rapports caractéristiques ont donnés des résultats satisfaisants.

Mots clés : Béchar, eaux usées, eaux souterraines, apports anthropiques

Le lac d'Ifni et la haute vallée de Tifnoute (parc national de Toubkal): caractérisation, diagnostic et propositions pour un développement durable

Lamyaa Kacem^{1,*}, M'bark Agoussine¹, Soraya Mokhtari²

¹ Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, Avenue Abdelkrim Khattabi, B.P.594, 40000 Marrakech-Ménara, Maroc

² Parc National de Toubkal, DREF LCD/Haut Atlas, Marrakech

* E-mail: lamyaa.kacem@gmail.com

Le lac d'Ifni et la haute vallée de Tifnoute font partie respectivement de la zone centrale et de la zone périphérique du Parc National de Toubkal et, hydrographiquement, du bassin versant de l'Oued Souss. Dans le souci d'un développement durable de cette pittoresque vallée, une caractérisation physique du bassin versant de l'Oued Tifnoute (au lac et à Imlil de Tifnoute) a été faite. Les questions d'ordre environnemental et socio-économique ont été traitées, il s'agit de:

- (i) la problématique du comblement du lac d'Ifni par les produits d'érosion du bassin versant ;
- (ii) la dégradation des ressources en sol par érosion suite à la déforestation de la région ;
- (iii) la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du lac et celle des eaux des sources destinées à l'alimentation en eau potable des villages de la haute vallée de Tifnoute. La détérioration de la qualité de cette eau est essentiellement due au surpeuplement de la vallée et au problème d'assainissement liquide.

Pour un développement humain et socio-économique de la haute vallée de Tifnoute, un certain nombre d'actions et d'interventions urgentes sont recommandées par cette étude.

(i) Sur le plan environnemental

- contrôle sanitaire des eaux et des systèmes d'alimentation en eau potable des douars ;
- éducation, information et sensibilisation de la population sur les multiples agressions qui affectent l'environnement montagnard ;
- actions curatives pour l'assainissement des eaux usées par la création de fosses septiques collectives et individuelles;
- collecte et élimination des ordures par incinération et surtout aux abords du lac d'Ifni;
- lutte contre la désertification des bassins versants ;
- entretien du lit et des berges des ruisseaux, torrents, fossés et drains;
- lutte contre les inondations par le biais des digues et des murs.

(ii) Sur le plan humanitaire: Intégration de la femme

La femme a une place prépondérante dans la vallée de Tifnoute. Elle est considérée comme un pilier essentiel du développement de la région, du fait de l'important rôle qu'elle joue dans la famille. Elle élève et éduque ses enfants, s'occupe de l'entretien de la maison (nourriture, collecte du bois, approvisionnement en eau, entretien de l'élevage domestique, etc.) ainsi que les travaux aux champs (désherbage, irrigation des terrasses). Elle est aussi active que l'homme mais elle reste marginalisée au niveau des activités s'adressant aux femmes, d'où la nécessité de la soutenir et de l'aider à améliorer

sa condition de vie dans le cadre de l'intégration de la femme rurale au processus du développement de la région par des actions concrètes telle que:

- création de coopératives féminines diversifiées génératrices de revenus ;
- lutte contre l'analphabétisme ;
- création de foyers féminins.

(iii) Sur le plan éco-touristique

L'amélioration de l'environnement de l'activité touristique dans la région dépend de la gestion et la préservation par le PNT, par les collectivités locales et par les départements relevant du Ministère du Tourisme des sites et des espaces touristiques connus au niveau de la vallée.

Actuellement le tourisme est très peu exploité par les habitants de la vallée de Tounfite, par rapport aux habitants du versant nord du Jbel Toubkal (Aremd, Fimlil) de la Province du Haouz. Ceci est dû à l'inexpérience des gens en matière d'activité touristique et au manque d'encadrement.

Si le tourisme constitue un secteur important dans le développement de la région et pour qu'il soit profitable à la population, des associations locales souhaitent la mise en œuvre de mesures adaptables aux spécificités de la montagne tel que:

- formation des guides de montagne ;
- promotion d'un écotourisme;
- développement du système d'accueil chez l'habitant (création de gîtes d'étapes et d'aires de bivouac) ;
- sauvegarde des sites contre la dégradation due à une fréquentation anarchique;
- entretien et réfection totale des sites de grande fréquentation et réhabilitation de certains sites dégradés.

Mots clés : lac d'Ifni, haute vallée de Tifnoute, parc national de Toubkal, développement durable, environnement, qualité de l'eau, assainissement, gestion des déchets, érosion, pollution de l'eau, désertification, comblement du lac

Gestion des ouvrages hydrauliques et des ressources en eau dans le delta du Sénégal. Bilan d'une gouvernance de l'eau et perspectives de gestion intégrée

Saliou Kamara^{1, 2,*}, Adrien Coly², Philippe Martin¹

¹ Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, UMR ESPACE 6012 du CNRS, case 19, 74 rue L. Pasteur, 84029 Avignon cedex, France

² Université Gaston Berger, Laboratoire LEIDI, B.P. 234, Saint-Louis, Sénégal

* E-mail: aliou.kamara@etd.univ-avignon.fr

La construction d'ouvrages hydrauliques, dans la vallée du fleuve Sénégal, a été un processus historique qui s'est étalé sur plus d'un siècle (entre 1886 et 1988). La mise en place de cet ensemble d'ouvrages (Diamas, sur le bas delta en zone sénégalaise pour arrêter la remontée de la langue salée, et Manantali dans la haute vallée, en zone guinéenne, pour créer un stock d'eau douce, et sur différents affluents) permet aujourd'hui d'assurer une certaine disponibilité annuelle en eau afin de sécuriser la pratique d'activités économiques (irrigation, culture de décrue, eau potable, etc.) par un contrôle quasi permanent des flux entrants et sortants. La gestion de l'eau, dans le delta du Sénégal, s'articule donc autour d'une offre (technique) et d'une demande socio-économique croissante et complexe du fait de multiples facteurs structurels et conjoncturels (augmentation de la population, recherche de l'autosuffisance alimentaire, structures mentales, ethniques, etc.).

Si cet article décrit l'état du système de gestion des ressources en eau dans cet espace saharo-sahélo-soudanien aux pluviométries variables dans le temps et dans l'espace c'est parce que l'enjeu de cette gestion dépasse le cadre strict des territoires hydrauliques (thalweg, bassin hydrographique ou topographique) tout en polarisant des espaces urbains lointains au travers de transferts massifs d'eau vers Dakar et Nouakchott (capitales respectives du Sénégal et de la Mauritanie), voire vers Touba (proto-capitale religieuse). Cette question de la ressource en eau, dans sa dimension spatiale et scalaire, dépasse donc largement le cadre strict de l'écoulement de surface et souterrain (biseau salé). Cette ressource s'avère donc stratégique dans cet espace doté d'une pluviosité faible (variant de 100-200 mm/an à 400-500 mm/an, selon un gradient nord : Nouakchott - sud : Dakar) où l'absence de ressources permanentes en eau de qualité doit être compensée au jour le jour alors même que les populations concernées sont importantes et en croissance (Dakar 2 168 314 h – en 2002 – et avec une croissance de 2,3 % ; Nouakchott 612 000 h – en 2000 – et avec une croissance de 2,8 %).

Notre analyse permet donc de reposer la question centrale de l'articulation optimale des différents ouvrages hydrauliques hiérarchisés (amont – aval ; et en capacité) et assurant aussi de multiples fonctions, parfois contradictoires au travers des processus RUD (Ressource / Usage / Décision), et conduit donc à faire l'inventaire des possibilités effectives des ouvrages dans le delta (typologie, catégorisation, cartographie). Ceci permet de préciser la chaîne des implications spatiales de la gestion de l'eau à partir de l'étude, des lignes et des hauteurs d'eau, mais aussi des usages.

Par ailleurs, il faut noter que la gestion actuelle de l'eau s'appuie sur une maîtrise encore partielle des ressources en eau, sur des allocations contractuelles attribuées aux différents États (Sénégal, Mauritanie, Mali, Guinée Conakry) et sur l'identification de différents usages, dépendants directement ou indirectement du fleuve (préservation des écosystèmes naturels, restauration des zones humides

asséchées par les barrages et lors de sécheresses, adduction en eau potable au bénéfice de populations urbaines et rurales, développement de l'agriculture irriguée, protection contre l'inondation de la ville de Saint-Louis, développement des loisirs dans le cadre d'une nouvelle forme de planification urbaine tendant à valoriser les ressources en eau, etc.) organisés en filières et en fonction de certaines priorités. Ainsi, au terme de cette analyse deux principaux résultats sont établis. D'une part, il apparaît que la gestion de l'eau se fait par filière. Celle-ci est basée sur la satisfaction en quantité et en qualité des différents besoins (énergie, agriculture irriguée, agriculture industrielle, eau potable) à travers une politique de l'offre. Ce modèle de gestion s'appuie sur l'articulation besoin / offre dans un contexte de relative disponibilité de l'eau dans le delta. D'autre part, il faut souligner que la clé de répartition des ressources entre les États et les usages est déséquilibrée dans le cadre de la gestion depuis l'amont, centralisée au sein de l'OMVS¹ par le biais du Haut-Commissariat et du Comité Permanent des Eaux (organes de gestion et de répartition de l'offre). Ce qui montre les limites d'une gestion depuis l'amont des ressources en eau.

Cette situation est à la base de conflits potentiels entre États afin d'assurer les multiples usages (usages traditionnels vs usages modernes) et alors même que d'autres besoins stratégiques apparaissent et opposent parfois ces États comme la revitalisation des systèmes agro-pastoraux traditionnels des vallées fossiles dans la région sylvopastorale du Sénégal. Dans ce cadre il faut noter que les programmes de bonne gouvernance (PGIRE², récemment SDAGE³) n'ont que partiellement contribué à la résolution des tensions et à une gestion plus intégrée des ressources en eau.

Ces constatations reposent évidemment la question de la reproductibilité des modèles français (gestion par filières, SDAGE et SAGE⁴) développés dans des espaces sahéliens aux contextes anthropologiques et aux structures mentales très différents alors même que la modernité s'impose dans le delta au travers d'un développement économique (aménagement hydroagricoles, industries extractives, agrobusiness, etc.) qui fait face à des structures traditionnelles résilientes (agriculture pluviale et de berge, élevage transhumant, pêche continentale) dont une nouvelle articulation est à rechercher au travers la Gestion Intégrée des Ressources en Eau.

Mots clés : delta du fleuve Sénégal, ouvrages hydrauliques, gestion de l'eau, offre, besoin.

¹ Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal.

² Programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau centré sur le développement des usages et l'amélioration des conditions économiques des populations de la vallée.

³ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du fleuve Sénégal axé sur l'utilisation de l'eau.

⁴ Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Evolution de la pluviométrie journalière dans le nord-ouest algérien

Hafsa Karahaçane^{1,*}, Mohamed Meddi², Hind Meddi²

¹ Université de Khemis Miliana, Route de Teniet El Had ,44225 El khemis Miliana, Algérie

² LGEE, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida, 9000 Blida, Algérie

* E-mail: karahacene_h@yahoo.fr

La question de l'eau ne peut être réduite à un simple aspect d'insuffisance des réserves disponibles. Dans les zones semi-arides du sud de la Méditerranée, la faiblesse des précipitations et leurs distributions aléatoires se traduisent souvent par une situation de contrainte hydrique. Les conséquences souvent tragiques de la baisse persistante de la pluviométrie et des écoulements, sur l'économie nationale et l'agriculture en particulier, justifient l'intérêt constant porté sur l'analyse des changements climatiques.

Cependant, l'Algérie nord occidentale semble la plus affectée par des déficits pluviométriques importants qui se traduisent par des sécheresses sévères. A cet effet, on a choisi cette région pour étudier la pluviométrie journalière des séries chronologiques de 8 stations pluviométriques réparties sur l'ensemble de cette zone d'étude.

La méthodologie se basera sur l'étude de la variabilité pluviométrique déterminée en nombre de jours de pluie selon différents seuils à savoir : 0.1, 5, 10, 20 et 30 mm, à l'échelle annuelle et saisonnière, grâce à des tests statistiques du logiciel Khronostat, développé par l'IRD (Institut de Recherche et de Développement) et déjà employé dans de nombreuses études. On a donc soumis les chroniques de jours de pluie annuels et saisonniers aux différents tests disponibles.

Pour l'étude des séries des nombres de jours de pluie aux différents seuils, les tests suivants ont été retenus :

(i) Test de corrélation sur le rang: ce test est intéressant du point de vue de son hypothèse alternative qui est celle d'une tendance soit vers diminution ou vers une augmentation des jours pluvieux dans notre étude. De plus, il s'est révélé satisfaisant pour détecter un changement de moyenne sur des séries aléatoires générées artificiellement avec perturbations (Bonneaud, 1994).

(ii) Test de Pettitt: la réputation de ce test de détection de rupture dont il existe de multiples applications (Demarée, 1990 ; Sutherland et al., 1991 ; Vannitsem et Demarée, 1991) justifie qu'il soit ici retenu.

(iii) Statistique U de Buishand: la robustesse de ce test et l'originalité de son fondement, à partir d'une approche bayésienne, le rendent intéressant.

(iv) Procédure bayésienne de Lee et Heghinian: elle a été déjà appliquée à l'étude de la structure de la saison des pluies en Afrique soudano-sahélienne (Chaouche, 1988) et elle a donné de très bons résultats.

(v) Procédure de segmentation des séries hydrométéorologiques: déjà appliquée à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'Ouest (Hubert et Carbonnel, 1993) et de l'Algérie (Meddi

et Hubert, 2003), son utilisation s'avère positive dans la présente étude.

L'étude de détection des ruptures a permis de localiser une modification du régime pluviométrique par l'étude du jours pluvieux durant la décennie 1970-1980 pour la plupart des stations pluviométriques étudiées et quelque soit le seuil considéré. Cependant, il est du rôle des climatologues de trouver les causes pour expliquer ce phénomène.

Pour mieux comprendre l'apport des pluies saisonnières dans la réduction pluviométrique, on a appliqué aux séries chronologiques des jours de pluie d'hiver et du printemps, les 4 derniers tests statistiques précédents. On a conclu que ce sont les jours pluvieux d'hiver et de printemps qui ont enregistré une rupture dans les séries chronologiques durant la décennie 1970-1980.

Aussi, ce sont ceux de l'hiver qui traduisent, le mieux, la rupture de stationnarité des séries pluviométriques annuelles.

Mots clés: nombre de jours de pluie, étude de rupture, khronostat, nord-ouest algérien

Références

- Bonneaud S., 1994. Méthodes de détection des ruptures dans les séries chronologiques. *Projet industriel de fin d'études*, Institut des sciences de l'ingénieur de Montpellier, filière sciences et technologies de l'Eau laboratoire d'hydrologie et modélisation université Montpellier II, 40p.
- Chaouche A., 1988. Structure de la saison des pluies en Afrique Soudano-sahélienne. *Thèse de Doctorat de l'Ecole des Mines de Paris*, Paris, France.
- Demarée G.R., 1990. Evidence of abrupt climate change from the rainfall data of a Mauritanian station. *Publication de l'institut Royal météorologique*, Bruxelles séries A, n° 124, 68-74.
- Hubert P., Carbonnel J.P., 1993. Segmentation des séries annuelles de débits de grands fleuves Africains. *Bulletin du CIEH* (Ouagadougou) le 4 mars 1993, 11p.
- Meddi M., Hubert P., 2003. Impact de la modification du régime pluviométrique sur les ressources en eau du Nord-Ouest de l'Algérie. *Hydrology of the Mediterranean and semiarid Regions*, IAHS publication n° 278, 1-7.
- Sutherland R.A., Brayan R.B., Oostwoud Wijendes D., 1991. Analysis of the monthly and annual rainfall climate in a semi-arid environment. *Kenya Journal of Arid Environments*, 20, 257-275.
- Vannitsem S., Demarée G.R., 1991. Détection et modélisation des sécheresses au Sahel. *Hydrologie continentale*, 6(2), 155-171.

La turbine à vis d'Archimède, technologie innovante pour la gestion durable de l'eau et outil de développement des zones rurales en Afrique

Jean Paul Katond Mbay^{1,2,*}

¹ Université de Lubumbashi, 1 Route Kasapa, BP 1825, Lubumbashi, Katanga, République Démocratique du Congo (RDC)

² Université Libre de Bruxelles (ULB), 50 Avenue Franklin Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique

* E-mail: jkafondm@ulb.ac.be, jpkatond@hotmail.com

Une turbine hydraulique est une machine dans laquelle un transfert d'énergie s'effectue entre l'eau s'écoulant de façon continue et un rotor. Ce rotor est équipé d'une ou plusieurs roues équipées d'aubes ou pales. Elle prélève et transforme l'énergie de l'eau en énergie mécanique disponible sur l'arbre de la machine, énergie qui pourra ensuite être utilisée pour entraîner une génératrice électrique ou un récepteur mécanique.

Le dimensionnement adéquat de cet organe clé, permet non seulement d'éviter les surcoûts d'un surdimensionnement, mais également d'assurer une fiabilité et une durée de vie accrues des équipements électriques et mécaniques. Ainsi une turbine bien conçue et dimensionnée peut fonctionner pendant plusieurs décennies sans remplacement ni intervention importante.

Il existe classiquement 4 types de turbines hydrauliques, et pour chaque type, une large plage de caractéristiques. Il s'agit de la Pelton et la Cross Flow (turbine à action), et de la Francis et la Kaplan (turbine à réaction). L'implantation de ces turbines classiques n'est pas toujours adaptée au contexte des pays en développement, et c'est le cas de la RD Congo. Une alternative qui fait l'objet de notre étude est la turbine à vis d'Archimède, utilisée depuis une dizaine d'année dans des pays occidentaux pour électrifier les zones isolées.

Le principe de fonctionnement de la turbine à vis d'Archimède est l'inverse de la celle de la pompe à vis d'Archimède. La pompe à vis relève les eaux tandis que la vis hydrodynamique génère de l'énergie en laissant couler vers le bas l'eau dans la vis. La vis est ainsi entraînée en rotation et un générateur relié à la vis permet de générer de l'électricité. Elle convient pour un fonctionnement avec des débits allant de 0.2 m³/s à 6 m³/s et des hauteurs de chute comprises entre 1 et 10 m. Une vanne de garde permet de régler le débit à l'entrée.

En comparaison aux turbines hydrauliques classiques du même ordre de grandeur, le rendement de la vis hydrodynamique est semblable ou plus élevée.

A noter la large plage du rendement à charge partielle qui rend encore possible une exploitation très efficiente de l'énergie hydraulique présente, même avec des débits faibles. La vis est en outre écologique (Fish-friendly), n'exige pas de grilles fines. Elle est également robuste et nécessite peu de frais d'entretien et d'exploitation. Sa conception et sa construction sont simples et peu onéreuses.

Notre communication s'inscrit donc dans la perspective de la gestion durable de l'eau en vue de satisfaire les besoins énergétiques des zones rurales tout en préservant cette ressource importante que la RD Congo partage au travers de son bassin hydrologique avec de nombreux pays d'Afrique.

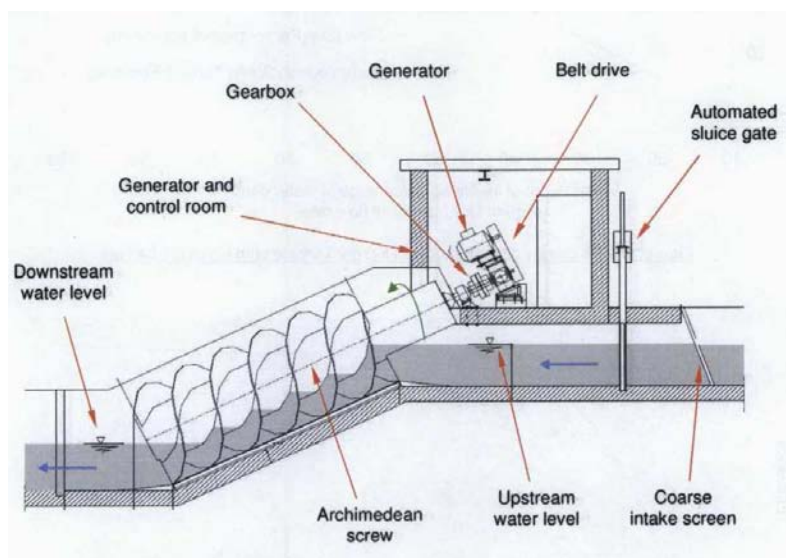


Fig.1. Schéma d'une installation à turbine à vis

Calibrated Radar-derived rainfall data for rainfall-runoff modeling case study Annaba, Algeria

Mehdi Keblouti *, Lahbassi Ouerdachi, Sabri Berhail

Laboratory of Hydraulics and Hydraulic Constructions, Faculty of Engineering, Badji Mokhtar University,
P.O.Box 12, 23000 Annaba, Algeria

* E-mail: keblouti.mehdi@hotmail.com

This study based on a technique to improve runoff modeling based on radar derived rainfall and hydrological model for the whole watershed. GIS tools were used to provide the model parameters for the Maritim Basin (1129 km²), Algeria. Six virtual rainfall stations are created throughout the Maritim watershed. The rainfall data for these stations are estimated from raw weather radar data using newly developed program RainData ver1.0. For this study estimated radar rainfall data from Annaba weather radar stations were compared and calibrated with actual rain gauge data. Radar-derived rainfall calibration model developed for Annaba radar station was $y = 0.642x$. According to the model developed, the radar rainfall calibration factor (RCf) can be identified as 0.642. The original estimated radar derived rainfall data should be adjusted before using the calibration factor (RCf). The model gives better correlation when adjusted radar values were used instead of the original radar rainfall values. The model calibration factor increased from 0.581 with $R^2=0.482$ to 0.642 with $R^2=0.562$. Finally, the virtual rainfall stations created throughout the river basin produced a more representative rainfall distribution. It is believed that watershed river flow can be better estimated by using RainData Ver1.0 program.

Key words: Algeria, virtual rainfall stations, Radar rainfall calibration, RainData program, rainfall-runoff modeling

Analyse de la variabilité spatio-temporelle des précipitations du nord-est de l'Algérie.

Cas du bassin de Seybouse

Said Kechida *, Hocine Amarchi

Département d'hydraulique, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: said_kechida@yahoo.fr

La variation spatiale et temporelle de pluviométrie influe, d'une part, sur les écoulements superficiels et souterrains et par conséquent sur les ressources en eau, et d'autre part, sur la production agricole des céréalicultures (Bodian et al., 2011).

L'objectif de ce travail est de définir la variabilité spatio-temporelle des précipitations à l'échelle du bassin de l'Oued Seybouse au nord-est algérien à partir des données de onze stations de références. Les stations retenues pour l'étude sont soumises, dans un premier temps, à une procédure de comblement des lacunes par la méthode du vecteur des indices de précipitation (Brunet-Moret, 1971, 1977), dont le coefficient de corrélation minimal entre la précipitation observée et celle calculée est de l'ordre de 0,641. Ensuite, nous avons appliqué deux tests statistiques d'homogénéité de Pettitt (1979) et de Buishand (1982, 1984) utilisant l'ellipse de Bois (1971, 1986) mis en œuvre à l'aide du logiciel KhronoStat (IRD, 1998), aux séries hydrologiques annuelles ainsi reconstituées pour détecter une éventuelle rupture. Sur les onze stations étudiées, une seule station qui présente une rupture en 1996 avec une augmentation de la moyenne annuelle de 44%.

Dégager une tendance sur les précipitations à partir des observations est difficile en raison de leur imprévisibilité. Toutefois, l'analyse des longues séries climatiques reste certainement la méthode la plus sûre. Cette étude présente l'intérêt de certaines méthodes statistiques pour interpréter la variabilité temporelle des précipitations. Ces méthodes sont disponibles dans le logiciel Hydrolab (Laborde, 2000). L'analyse des précipitations annuelles montre une augmentation de la pluviométrie moyenne annuelle durant les cinq dernières années depuis l'année hydrologique 2002-2003. À l'échelle saisonnière, l'analyse montre l'irrégularité saisonnière des pluies selon l'éloignement de la mer. Les stations les plus près de la mer présentent l'hiver comme la saison la plus humide de l'année, et celles les plus éloignées présentent le printemps comme la saison la plus humide de l'année.

La variabilité spatiale a été illustrée par la cartographie automatique des pluviométries moyennes annuelles (Touazi et Laborde, 2000) et des coefficients de variations d'une part, et par l'analyse des variogrammes, d'autre part. Cependant, La distribution spatiale et temporelle de la pluviométrie n'est pas aléatoire (Hadjiri, 1996). Plusieurs paramètres influent sur les fluctuations annuelles des pluies: la latitude, la longitude, la morphologie, le couvert végétal et l'altitude.

A l'échelle annuelle, la variabilité spatiale représentée par le coefficient de variation d'une station à une autre pour les 27 années de mesure, varie de 25% à 42%. La variabilité spatiale est accentuée par les pluies importantes, d'hiver et de printemps, reçues par les parties montagneuses de fort couvert végétal

situées au sud-est de la zone d'étude (Djebel Haoudh Dbabe 1264 m, Djbel Tifech 1152 m, Djbel Sidi Reghis 1639 m), par rapport à la plaine de Annaba (partie nord-est du bassin).

Les parties est et sud-est du bassin sont caractérisées par le coefficient de variation le plus fort variant de 37% à 42%. Le coefficient le plus faible est localisé dans la zone la plus basse du bassin (partie nord-ouest), d'un taux de 25%.

Mots clés : variabilité, Seybouse, régime pluviométrique, tests d'homogénéité, précipitation, cartographie automatique, Algérie

Références

- Bodian, A., Dacosta, H., Dezetter, A., 2011. Caractérisation spatio-temporelle du régime pluviométrique du haut bassin du fleuve Sénégal dans un contexte de variabilité climatique. *Physio-Géo*, 5, 107-124.
- Bois, P., 1971. Une méthode de contrôle des séries chronologiques utilisées en climatologie et en hydrologie. Laboratoire de Mécanique des Fluides. *Université de Grenoble*, section hydrologie, 49p.
- Bois, P., 1986. Contrôle des séries chronologies corrélées par l'étude du cumul des résidus. *Actes des Deuxièmes Journées Hydrologiques de l'ORSTOM* (Montpellier), 89-100.
- Brunet-Moret, Y., 1971. Étude de l'homogénéité de séries chronologiques de précipitation annuelles par la méthode des doubles masses. *Cahiers ORSTOM, série hydrologie*, 8(4), 3-33.
- Brunet-Moret, Y., 1977. Test d'homogénéité. *Cahiers ORSTOM, série hydrologie*, 14(2), 119-129.
- Buishand, T.A., 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27.
- Buishand, T.A., 1984. Tests for detecting a shift in the mean of hydrological time series. *Journal of Hydrology*, 73, 51-69.
- Hadjiri, J., 1996. La sécheresse climatique en Tunisie, Variabilité du climat et stratégies d'adaptation humaines en Tunisie. *Édité par Latifa HENIA*, Université de Tunis I, 187-201.
- IRD, 1998. KhronoStat version 1.0. Logiciel, IRD, Montpellier (<http://www.hydrosciences.org/spip.php?article239>)
- Laborde, J.P., 2000. Hydrolab, Logiciel de traitement statistique des données hydrologiques. *Université Sophia Antipolis de Nice*, France.
- Pettitt, A.N., 1979. A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28(2), 126-135.
- Touazi, M., Laborde, J.P., 2000, Cartographie des pluies annuelles en Algérie du Nord. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 13, 191-199.

Impact des méthodes d'irrigation (foggara, goutte à goutte, pivot) dans une région saharienne (Ksar) sur les eaux souterraines

Mohamed Amine Kendouci^{*}, Abdelhak Maazouzi, Rachid Khelfaoui

Laboratoire d'Énergétique en zones arides, Institut d'Architecture, de Génie civil et d'Hydraulique, Université de Béchar, BP 417, 8000 Béchar, Algérie

^{*} E-mail : amine.ken37@yahoo.fr

Le Sahara algérien renferme des potentialités hydriques souterraines importantes. Ces ressources, qui seraient de 5 milliards de m³, dont 1 milliard de m³ est mobilisable, sont fossiles et donc non renouvelables. La disponibilité de l'eau a permis la mise en place d'une agriculture adaptée dans les oasis. Cette agriculture des oasis se caractérise par de petites exploitations familiales dans les quelles la production agricole est organisée selon un schéma qui répond à des besoins d'autoconsommation (production maraîchère pour les besoins familiaux) et de commercialisation (en général peu de légumes, mais surtout des dattes).

La foggara est la composante principale dans le système traditionnel de captage d'adduction et distribution des eaux souterraines pour irrigation des puits, des galeries, des peignes distributeurs des eaux, des seguias, des seguias secondaires et des petits bassins (madjen), construit le système. Les eaux des foggaras sont destinées actuellement pour l'irrigation dans la majorité des Ksour;

La production végétale est structurée verticalement dans une palmeraie de plus d'une vingtaine d'années, sous le palmier dattier des arbres fruitiers (figuier, olivier, vigne, grenadier) sont plantés. Les oasis sont généralement installées dans des zones alluviales drainées par des cours d'eau et dans les parties basses sont périodiquement inondées.

Il est très important de voir l'impact du système d'irrigation ancien « foggara » et récent « goutte à goutte, pivot » sur l'environnement; soit un impact sur: (i) les ressources en eau souterraines ; (ii) le sol; et (iii) le rendement agricole.

Mots clés : Sahara algérien, eau, foggara, goutte à goutte, pivot, débit, ressource souterraine

Nouvelles tendances de formation des ingénieurs pour une éducation à l'eau et un développement durable

Bachir Kerboua^{*}, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat

Laboratoire eau et ouvrage dans leur environnement, Faculté de Technologie, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: kerbouac@yahoo.fr

La capacité de la science d'apporter des solutions crédibles et fiables à des problèmes techniques et environnementaux à l'eau sera sans doute le plus souvent remise en cause. Le débat sur la nécessité dans le traitement des questions touchant à l'eau et au développement durable s'intensifiera probablement de façon accélérée dans les prochaines années, d'où les nécessités pour les nouvelles tendances de la formation des ingénieurs. Le grand axe actuel de la recherche éducative et technologique c'est la tendance entre le choix du type d'enseignement dans le monde arabe et particulièrement dans la région de la méditerranée. La recherche technologique est considérée soit comme une discipline d'enseignement générale pour un public bien défini de collégiens, soit comme une discipline spécialisée de l'enseignement technologique qui est dominée par les sciences et techniques industrielles au détriment d'une connaissance culturelle et sociale pour un développement durable.

Le but de ce travail est de traiter la question du concept de l'enseignement de la technologie et de l'éducation à l'eau des jeunes ingénieurs et pour un développement durable, de situer sa place et ses relations vis-à-vis des autres disciplines. Pour atteindre cet objectif et pour former cette catégorie de technicité chez nos ingénieurs, on doit résoudre la question suivante : « comment connaître l'apparence, le travail, la pensée et l'agissement de nos ingénieurs, que savent-ils faire de plus de différent par rapport aux maîtres-artisans, dans un environnement stressé par la pollution et par les normes et la réglementation suite au sommet de la Terre de Kyoto 1992 ».

Mots clés : eau et environnement, éducation et sensibilisation, développement durable, formation

Sensibilisation à l'eau, moralité et culture de la femme et de la population

Bachir Kerboua^{*}, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat

Laboratoire eau et ouvrage dans leur environnement, Faculté de Technologie, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: kerbouac@yahoo.fr

L'eau est un bien rare et précieux. Sa préservation est l'affaire de tout être vivant capable de lutter contre sa dégradation et sa disparition. Il suffit de quelques changements minimes dans nos habitudes quotidiennes pour lutter contre le gaspillage et la pollution.

Nous ne pouvons plus aujourd'hui parler de source d'eau sans parler de l'environnement et de la pollution dans le sens le plus large. Les réflexions dans les années à venir devront se faire sous l'égide de la politique de l'éducation et de la culture à l'eau, de manière à ce que les objectifs économiques et environnementaux se rejoignent. Nos consommations en eau douce risquent de nous conduire à une impasse collective irréversible. Au rythme actuel, les consommations mondiales de l'eau seront multipliées par trois d'ici 2050, tout comme les produits polluants, ce qui menace gravement les ressources en eau et l'équilibre écologique de la Terre. A l'horizon de 2050, une population mondiale estimée à plus de 8 milliards d'individus, et avec le contenu de la source d'eau actuelle, l'humanité prendra le risque considérable d'être incapable de satisfaire les besoins des populations entières, et risque de créer entre les états des relations internationales aux conditions incertaines et des déséquilibres trop déstabilisés en matière d'eau, notamment, dans un milieu de conflit politique incertain.

Le but de notre travail de recherche montre que, la nouvelle vision d'une politique de culture et de l'éducation à l'eau, incorpore des changements aux niveaux culturels, comportementales, démographiques et technologiques en matière d'eau et de l'éthique à l'eau. Cette vision reproduit les tendances passées en matière d'une sensibilisation fondée sur le principe de développer le niveau de vie, tout en gardant un respect mutuel entre l'homme et l'environnement pour un développement durable.

Mots clés : eau, culture éthique à l'eau, éducation et sensibilisation, moralité et comportement, niveau de vie

Amélioration des performances des moteurs thermiques pour une bonne gestion des stations d'eau dans les zones arides

Bachir Kerboua^{*}, Ismail Bensaid, Mohamed Kotbi, Mohamed Amine Gharnaouat

Laboratoire eau et ouvrage dans leur environnement, Faculté de Technologie, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail: kerbouac@yahoo.fr

Les performances des stations de pompage par des moteurs thermiques alternatifs à combustion interne ne sont pas résolues de manière satisfaisante. Toute modification ou irrégularité dans le fonctionnement du moteur thermique entraîne une perturbation et une perte d'exploitation dans la gestion et la commande de pompage d'eau dans les régions semi-arides et arides sahariennes et entraîne une forte diminution de leur durée de vie. De nombreux paramètres affectent les organes moteurs et leur variation instantanée, et leur indépendance complique encore son étude.

Durant le cycle moteur, le travail développé, le couple et la vitesse de rotation fluctuent en fonction des paramètres dynamiques d'exploitation des puits de forage et de leur profondeur.

Plusieurs études ont été menées sur cet axe de recherche. Des travaux ont considéré le frottement des organes comme élément principal et se sont intéressés au problème de fluctuation des paramètres durant le cycle. Le but de ce travail de recherche est d'étudier de très près les fluctuations qui engendrent des dégradations néfastes et par suite des pertes énormes de puissance.

D'autres études ont travaillé uniquement sur le côté frottement en essayant de bien simuler et visualiser son signal durant tout le cycle moteur. Ce travail a été entamé dans un but de quantifier les pertes de puissance par frottement en tenant compte des modes de lubrification possibles de ses organes.

Dans cette étude, une optimisation d'analyse des performances et une bonne gestion du moteur thermique actionnant les stations de pompage montrent que le frottement local instantané présente un signal important durant la phase de la combustion et influe de façon directe sur la puissance du moteur et sur le rendement et la durée de vie des stations de pompage.

Mots clés : performances, stations de pompage, frottement des moteurs thermiques, rendement et exploitation, niveau de production d'eau,

Impact des travaux du pré-aménagement forestier sur les formations forestières et sur le bilan hydrique du massif préa-ménagé : cas de la forêt de Fenouane, Monts de Dahaya

Saida, Algérie occidentale

Ghaouti Kerrache^{1,*}, Abderrahmane Labani², Keloufi Benabdeli³

¹Département de Biologie, Ain-El-Hadjar, 20100 Saida, Algérie

²Institut de Biologie, Ain-El-Hadjar, 20100 Saida, Algérie

³Laboratoire géo-environnement, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, route de Mamounia, 29000 Mascara, Algérie

* E-mail : Kerrache_g20@yahoo.fr

Après l'indépendance de l'Algérie, une première tentative de pré-aménagement orthogonal des forêts a eu lieu en 1968 dans les Monts de Ouled-Naïl (région centre) et il fut repris en 1973 dans les Monts de Dhaya-Saïda (région ouest) sur une superficie de 20000 ha, cette tentative a été terminée expérimentalement en 1984. Ce projet est mis en application afin de surmonter les difficultés qui ont heurté les aménagistes forestiers. Il a précisément pour finalité de réunir les conditions primordiales permettant l'aménagement avec pour objectifs:

- (i) La préparation des forêts à une production ligneuse optimale tant sur le plan de la qualité que sur celui de la quantité et faciliter la gestion ultérieure des peuplements lors de la phase d'aménagement sylvicole;
- (ii) La prévention des espaces boisés et faciliter la lutte contre les incendies, défrichement, coupes sauvages, pâturages et érosion;
- (iii) La mobilisation optimale du bois lors de l'ouverture des layons et cloisons;
- (iv) L'amélioration du bilan hydrique des massifs forestiers par l'accroissement de l'infiltration au détriment de l'écoulement torrentiel (Grim, 1989).

Durant l'année 1986, le ministère a décidé d'étendre ces opérations sur les massifs boisés de l'Oranie soit sur une superficie de 200000 ha. Malheureusement depuis l'abandon du projet en 1989, aucune étude ni évaluation n'ont été effectuées sur les résultats de ses travaux alors qu'il constitue l'un des sujets de polémique dans le secteur forestier national.

Nous avons étudié l'impact des travaux sur les formations forestières de la forêt de Fenouane (Monts de Dhaya-Saïda) avec une évaluation des résultats obtenus comparée aux objectifs assignés à ce grand projet. Cette étude nous a permis de voir la dynamique des formations forestières et de chiffrer le pourcentage des accotements ouverts par classes de pentes donc le risque d'érosion sur ces accotements.

Comme résultat de cette étude, on peut affirmer que malgré les avantages multiples que procure ce projet, ces travaux ont malheureusement causé beaucoup de dégâts à l'écosystème forestier avec une perturbation du bilan hydrique du massif due à une érosion intense des lignes d'accès (layon, cloison et plateforme routière) ouverte indifféremment du relief et de la topographie sur une région de moyenne montagne.

Mots clés: pré-aménagement, impact, érosion, formation forestière, Mont

Influence du caractère lithologique sur la minéralisation des eaux souterraines en zone Jride. Exemple des aquifères du Continental intercalaire et du Jurassique de la région d'El Bayadh, nord-ouest algérien

Rachid Kerzabi ^{1,*}, Hamid Mansour ¹, Somia Yousfi ², Jacques Mudry ³

¹ Laboratoire hydrogéologie et environnement, Département des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement de Territoire, Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

² Laboratoire n°25 « PRHPM-LE-CT » Département des Sciences de la Terre et de l'Univers -Faculté SNV-STU, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

³ UMR Chrono-Environnement, Université de Franche Comté, La Bouloie, 16 route de Gray 25030 Besançon cedex, France

* E-mail : rachidkerza@gmail.com

Les faibles pluies dans les zones semi-arides rendent la ressource en eaux rare. Dans la région d'El Bayadh (la partie occidentale de Djebel Amour), l'ensemble des aquifères calcaires du Jurassique et ceux gréseux du Crétacé inférieur représentent une importante réserve hydrique. Les terrains évaporitiques très présents dans la région, constituent un risque permanent de contamination et de dégradation qualitative des eaux souterraines. Les analyses physico-chimiques d'une quarantaine de points d'eau d'une minéralisation qui varie de 200 à 4000 mg/l, contribuent à deux analyses statistiques. La première en composante principale (ACP) montre l'existence de deux axes principaux : un axe représenté par les HCO₃, regroupe une eau d'origine jurassique, et un axe représenté par les SO₄, Cl, Na, Ca et Mg, regroupe une eau contaminée par les argiles gypseuses et salifères.

La seconde est une analyse factorielle discriminante (AFD) qui nous a permis de déterminer l'influence du caractère lithologique sur la minéralisation et d'identifier les zones des aquifères contaminées ou vulnérables.

Mots clés : évaporite, hydrochimie, analyse discriminante, semi-aride, continentale intercalaire, El Bayadh

Bassin versant d'Oued El Bey : impact des rejets sur la qualité des eaux de surface et vecteur de transport de la pollution métallique vers le golfe de Tunis, Tunisie

Samia Khadhar *, Ammar Mlayah, Anis Chekirben, Abdelkrim Charef, Nouha Shabou

Centre de Recherche et Technologie des Eaux (CERTe), Borj, Technopole Cedria, BP 273, Soliman, Tunisie

* E-mail: samia.khadhar@certe.rnrt.tn

Le bassin versant d'Oued El Bey constitue un milieu récepteur des effluents urbains et industriels de la zone côtière nord-est qui parviennent au golfe de Tunis via la Sebkha de Soliman (Fig.1). L'étude géochimique des eaux d'Oued El Bey nous a permis de montrer que les eaux d'Oued El Bey sont caractérisées par une minéralisation importante et un taux élevé de matière en suspension. Le faciès géochimique est chloruré sodique. Les concentrations des ions majeurs montrent généralement un gradient croissant de l'amont vers l'aval du bassin versant. La variation spatiale des nutriments semble être contrôlée par différents facteurs anthropiques et/ou propres au milieu tel que le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais, les rejets industriels et la dégradation de la matière organique seraient à l'origine de cette contamination. L'analyse des éléments traces métalliques montre des teneurs élevées en plomb et arsenic et des teneurs assez faible en cadmium, cobalt et en cuivre, leur variation est sous l'influence des rejets industriels de la région.

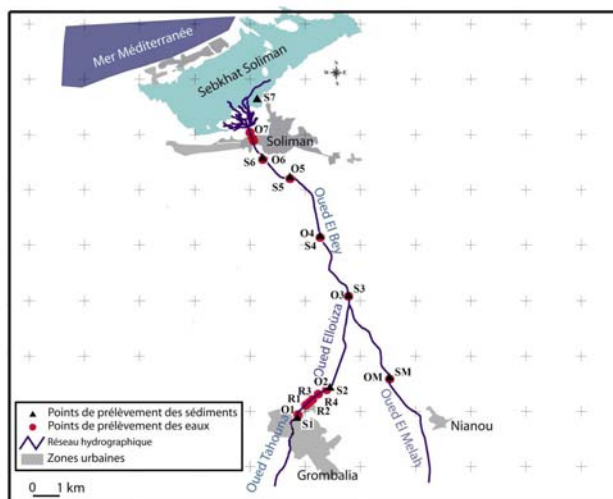


Fig.1. Plan d'échantillonnages d'eau et des sédiments dans le bassin versant d'Oued El Bey.

Oued El Bey, qui draine 60% de la charge polluante hydrique de plusieurs agglomérations urbaines dans le nord-est de la Tunisie, est un exemple représentatif du transfert des métaux lourds, résultat de l'activité industrielle et urbaine.

Il fournit une indication sur la destinée et le partage des métaux dans le golfe de Tunis. Les analyses des métaux lourds dans la fraction dissoute montrent l'influence des rejets sur la qualité et par conséquent l'existence des points de rejets ponctuels non contrôlés. Les concentrations en Mn, Zn,

As, Ni, Pb, Cu et Cd sont très élevées dans la fraction particulaire par rapport à la fraction dissoute avec un coefficient de partage de l'ordre de 10^6 et aussi par rapport aux sédiments du lit de l'oued dans le cas du Pb et du Zn.

La variation spatiale des teneurs en métaux lourds confirme l'effet des eaux usées évacuées au niveau de l'oued El Bey. Les teneurs en ces métaux lourds dans les trois phases dissoutes, particulières (MES) et sédiments confirment que la MES constitue le vecteur de transport vers la Sebkha (Fig.2). Ceci est prouvé dans la littérature (Walling et Fang, 2003), il draine une charge métallique très importante où les métaux suivent l'ordre suivant $Zn > Pb > Mn > Cu > Ni > Cd = As$.

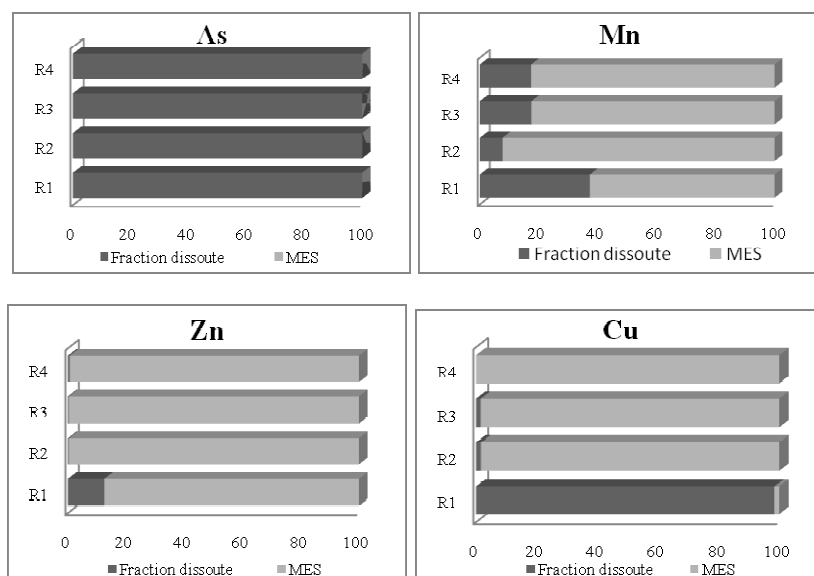


Fig.2. Pourcentages relatives des métaux lourds transportés par la MES et la phase dissoute des eaux des rejets

D'après Moore (1993) et Briant et al. (1995), l'examen des rapports des différents éléments (Pb, Cu et Cd) par rapport au Zn dans les sédiments de l'Oued montre une augmentation au niveau du confluent Oued El Bey et l'affluent Oued El Meleh ce qui traduit que les arrivées des sédiments par cet affluent contrôle la signature chimique des sédiments d'Oued El Bey.

References

- Briant A.K., Callender E., Axtmann E.V., 1995. Effects of colloids on metal transport in a river receiving acid mine drainage, upper Arkansas River, Colorado, U.S.A. *Applied Geochemistry*, 10, 285-306.
- Moore J.N., 1993. Fingerprinting sources of metal contamination using elemental ratios. *EOS*, 47,266.
- Walling D.E., Fang D., 2003. Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change*, 39, 111-126.

Modélisation écologique des lacs

Karima Khalil ^{1,*}, **Khalid Elkalay** ^{1,2}, **Wafae Belokda** ², **Blaid Bougadir** ¹, **Mohammed Loudiki** ³

¹ Ecole Supérieure de Technologie d'Essaouira, Laboratoire SAEDD, Km 9, Route d'Agadir, Essaouira Aljadida BP 383, Essaouira. Maroc

² Faculté Polydisciplinaire de Safi (FPS) Equipe EnSa, Route Sidi Bouzid, BP 4162, 46000 Safi, Maroc

³ Faculté des Sciences Semlalia de Marrakech (FSSM), Bd. Prince Moulay Abdellah, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc

* E-mail: khalil_karima@yahoo.fr

Durant les dernières décennies, la qualité des eaux de surface s'est fortement dégradée en raison des activités anthropiques dans les bassins versants : agriculture, changements d'occupation du sol, rejets d'eaux usées, urbanisation à l'origine d'un ruissellement plus important et plus chargé en polluants. Dans les milieux aquatiques, la communauté phytoplanctonique joue un rôle clé dans la biodiversité de l'écosystème et par conséquent, dans la qualité de leurs eaux. Il est donc indispensable de surveiller la biomasse du phytoplancton, la fréquence et l'intensité des efflorescences, ainsi que de comprendre les facteurs qui contrôlent la dynamique phytoplanctonique. L'ensemble des mesures sont regroupées dans une base de données permettant la gestion des conditions du plan d'eau. Ces données permettent également d'alimenter un modèle écologique qui simule la croissance du phytoplancton en fonction de l'évolution des paramètres physico-chimiques. Au cours du projet, une base de données de plusieurs lacs du Maroc a été établie. Ces lacs ont été modélisés avec le modèle DYRESM. Les premiers résultats montrent l'intérêt de l'utilisation de ce type de modèle, alimenté par des mesures à haute fréquence, pour simuler le fonctionnement d'un lac urbain de faible profondeur. De plus, DYRESM peut être envisagé comme outil de prévision à court et à moyen terme du phytoplancton dans des lacs urbains tel que le lac Sidi Abderrahman.

Mots-clés : base de données, phytoplancton, paramètres physico-chimiques, modélisation écologique, DYRESM

La gestion des ressources en eau dans la vallée de Oued-Souf, sud-est algérien : enjeux et perspectives

Salim Khechana^{1,2,*}, Fadel Derradji²

¹ Université d'El-Oued, BP 789, 39000 El-Oued, Algérie

² Laboratoire de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-Mail: khechana_salim@yahoo.fr

La remontée des eaux de la nappe phréatique dans la vallée de Oued-Souf est due (i) aux erreurs commises par les hommes dans leurs interventions sur les écosystèmes, (ii) à la mauvaise gestion de cette ressource, marquée essentiellement par la surexploitation des nappes profondes (CT et CI) et (iii) au système d'assainissement utilisé, conduisant la région à une situation véritablement dramatique et quasi-désespérée. Ainsi les palmeraie a été transformée en marais où les roseaux prennent la place des palmiers morts.

Cette situation nous conduit à la recherche d'un modèle (plan) de développement des ressources hydriques selon des critères de durabilité, en tenant compte des différents aspects socio-économiques (social, agricole, industriel, touristique, etc.) et écosystémiques (environnemental et territorial). C'est par l'adaptation et l'application de la gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE) dans cette unité de ressource hydrique que cela devient possible. Le but étant d'orienter et de mobiliser progressivement les ressources humaines, informationnelles, financières et matérielles, ainsi que les divers secteurs privés et publics vers la recherche de résultats concrets et mesurables de l'eau et des écosystèmes qui leur sont associés et que la population a voulu voir protégés, restaurés et mis en valeur.

Mots clés: vallée de Oued-Souf, remontée des eaux, gestion intégrée des ressources en eau, critères de durabilité

Recyclage des eaux usées dans la Wilaya de Tlemcen, Algérie : état et perspectives

Fatima Khemies*, Okba Abdelhafid Abdelali, Fatiha Barka

Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

* E-mail: khemiesfati@yahoo.fr

La wilaya de Tlemcen, à l'instar des autres régions de l'Algérie, est confrontée de plus en plus à des problèmes cruciaux d'altération de l'environnement. Plusieurs études pratiques et universitaires ont souligné l'amplification de ces altérations et nuisances qui menacent le cadre environnemental pris au sens large. Les ressources en eau et la mer sont probablement les milieux les plus directement exposés à la dégradation avec tout ce que cela implique pour la santé publique.

Dans les zones de culture, l'absence de traitement des eaux usées a généré également de graves conséquences sur l'hygiène et la santé publique et sur l'environnement global, notamment les ressources en eau (oueds, nappes phréatiques, etc.), les sols agricoles et le littoral, exutoire final de la majorité des effluents. Pour cela le secteur des ressources en eaux s'est focalisé ces dernières années sur l'utilisation des eaux usées par leur assainissement, élément qui est loin d'être négligeable dans la protection de l'environnement et donc de l'homme.

Les stations d'épurations des centres d'Ouled Mimoun, Akid Lotfi, Hammam Boughrara, Ain Youcef, sont en effet à l'arrêt et dans un état d'abandon depuis plus de deux décennies. Seules les stations d'épuration de Maghnia, de Tlemcen et de Sidi Abdelli sont en service avec des taux d'épuration en deçà de leurs capacités.

Sur 92 800 m³/j d'eaux usées domestiques produites et rejetées par les centres agglomérés de la wilaya, ces stations d'épuration ne traitent que 30 à 34% des effluents rejetés soit environ près de 30 000 m³/j. En effet la wilaya de Tlemcen dispose d'un volume d'eaux usées important dont une bonne partie est en réalité déjà utilisée mais sans épuration. Le faible taux de recyclage ne semble répondre ni aux exigences environnementales ni à des besoins en eaux pourtant prioritaires à l'échelle de la wilaya. Cette situation mérite d'être sérieusement prise en considération à travers des initiatives locales comme une alternative aux attentes de certains usagers.

Mots clés : recyclage, eaux usées, stations, épuration, Tlemcen

Pollution des eaux de la nappe superficielle par les nitrates et les phosphates en région semi-aride. Cas de la région de Mériouet, nord-est algérien

Kaddour Khemmoudj ^{1,*}, Houcine Bendadouche ², Abderrhmane Boudoukha ³

¹ Faculté des Sciences de la nature et la vie, Université A. Mira, route Targa Ouzemmour, 6000 Bejaia, Algérie

² Faculté de Technologie, Université A. Mira, route Targa Ouzemmour, 6000 Bejaia, Algérie

³ Faculté des sciences, Université Hadj Lakhdar, route de Biskra, 5000 Batna, Algérie

* E-Mail : khemmoudjdjamal@yahoo.fr

La présente étude traite de l'étude hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines de la nappe superficielle de la région de Mériouet, dans les hautes plaines sétifiennes au nord-est algérien. La région possède un climat semi-aride de type méditerranéen continental. L'hydrogéologie de la région est caractérisée par la présence de deux aquifères superposées. La nappe superficielle des alluvions et la nappe de sables argileux dont la profondeur peut atteindre 50 m. Le sens de l'écoulement est NS et suit l'écoulement des eaux de surface qui sont drainées par les Oueds Djermane, Goutali, Medjaz et El Guitoune. Une série d'analyses hydrochimiques en période des hautes eaux (mars 2011) a montré l'évolution de la concentration des nitrates dont la concentration varie entre 21 et 198 mg/L et des phosphates avec une concentration entre 8 et 65 mg/L. La dégradation des eaux souterraines est liée à la présence de nitrates et de phosphates dont la source majeure est l'apport des engrais azotés, les superphosphates et l'épandage de fumier d'élevage. Les nitrates et les phosphates en excès, d'origine anthropique, vont se propager vers la profondeur par infiltration des eaux de pluie et d'irrigation jusqu'à la nappe superficielle. Notre travail a consisté à évaluer la qualité des eaux et cerner les sources de pollution dans la région.

Mots clés : eau souterraine, Mériouet, pollution, nitrates, phosphates

Etude de la transformation pluie-débit du bassin versant Tiffech, Souk Ahras, Algérie

Wahida Kherfane^{*}, Yahia Hammar

Département d'hydraulique, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

^{*} E-mails : louzadz@hotmail.fr , wahida.kherfane@univ-annaba.org

L'eau est une richesse naturelle essentielle, sans eau la terre ne serait qu'une planète morte, et aucune vie n'existerait.

Durant ces dernières décennies, la communauté internationale est de plus en plus préoccupée par l'évolution du climat et ses conséquences socio-économiques et environnementales. L'Algérie est dans son ensemble, particulièrement concernée par cette question et la prise de conscience nationale est amorcée.

L'objectif de cette étude est l'estimation des débits ruisselés pour chaque unité hydrologique (fonction de la transformation pluie-débit). A partir des observations de pluie tombée, on peut arriver à reproduire la réponse en débit du bassin. La simulation du comportement hydrologique du bassin versant, entendu comme la transformation de la pluie en débit, passe par l'utilisation d'un modèle.

Dans la suite, notre étude s'intéresse à l'utilisation des modèles SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number) et GR2M (Groundwater Exchanges In Rainfall-Runoff Model) appliqués au bassin versant de l'Oued Tiffech, Wilaya de Souk Ahras. Au niveau des perspectives d'utilisation pratique des résultats, le modèle permet en principe :

- (i) l'évaluation de la ressource en eau,
- (ii) la prédiction des effets des décisions d'aménagement sur les écoulements,
- (iii) la simulation de situations particulières.

Mots clés : bassin versant, pluie, débit, modélisation

Contamination par les ETM de la zone humide d'El Kennar, Jijel, nord-est algérien

Hocine Kiniouar *, Souhil Mahdid

Laboratoire de Génie Géologique, Equipe Eau et Environnement, Campus central, Cité Ouled Aissa, Université de Jijel, BP 98, 18000 Jijel, Algérie

* E-mail : kiniouar_hocine@hotmail.com

Les zones humides constituent des écosystèmes dotés d'une grande biodiversité faunistique et floristique. Ce sont aussi des réservoirs d'eau et remédient de manière efficace à limiter les inondations. Du fait de leur équilibre précaire et fragile, ces zones sont très vulnérables à la pollution consécutive aux activités anthropiques (pratiques culturelles, pompage, rejets d'eau usées, etc.).

La zone humide d'El Kennar communément appelée Ghdir Ben Hamza, située à l'est de la Wilaya de Jijel, est très convoitée. Une activité agricole importante est pratiquée dans la région et beaucoup de serres y sont implantées.

En vue d'apprécier le degré de contamination par les ETM (Pb, Zn, Mn, Ni, Cr total, Cd et Cu) et leur mobilité dans le marais d'El Kennar, des échantillons d'eaux (de surface et souterraine), de sédiments et de plantes (*Typha angustifolia*) ont été prélevés.

Les résultats obtenus révèlent une contamination relativement importante des trois compartiments étudiés (eaux, sédiment et plante). Les teneurs les plus élevées en ETM ont été rencontrées dans le *Typha angustifolia*. Cette espèce végétale bio-accumulatrice semble avoir une affinité plus élevée pour le Mn avec une teneur de 2496,9 ppm. Tandis que les eaux et le sédiment sont principalement contaminés par le Pb avec des teneurs de 0,912 ppm et 93,96 ppm et le Cd avec des teneurs de 0,805 ppm et 19,07 ppm respectivement.

Mots clés : contamination par les ETM, *Typha angustifolia*, zone humide, bio-accumulation des plantes aquatiques

Etude de l'élimination des nutriments à l'aide d'un bioréacteur expérimental à microphytes dans la région de Batna

Ayache Laabassi * Laiche Aouidene

Département de Biologie, Centre Universitaire de Khenchela, Route de Constantine, BP 1252, El Houria, 40004 Khenchela, Algérie

* E-mail: aya_sam2002@yahoo.fr

Le développement des technologies d'épuration extensive en Algérie à base de microphytes photosynthétiques (lagunage naturel) pourra contribuer au traitement tertiaire des eaux usées.

Les stations à deux ou trois bassins d'oxydation en série sont les plus couramment utilisées dans le bassin méditerranéen. Les modèles ayant servi à leur dimensionnement s'appuient essentiellement sur la charge journalière en demande biochimique en oxygène (DBO₅) et de coliformes fécaux à traiter, cependant, les longs temps de séjour et les conditions d'installation d'écosystèmes variés permettent aussi l'élimination de l'azote et du phosphore.

A l'aide d'un pilote expérimental installé in situ, les performances de ces bassins sont analysées. On présente les valeurs de sortie des principaux sels nutritifs ainsi que les rendements obtenus par bassin afin de préciser le rôle de chacun d'eux.

Mots clés: bassins, microphytes, épuration, nutriments, sédiments

Etude de la qualité bactériologique des eaux de certains puits et sources de la région Sebt Jahjough, province d'El Hajeb, Maroc

Said Laafou^{1, 2}, Abdelaziz Abdallaoui^{2,*}, Amal Aboulkacem³

¹ Service d'Hygiène du Milieu, Délégation de Santé, 51000 El Hajeb, Maroc

² Equipe Chimie Analytique et Environnement, Département de chimie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP 11201, Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

³ Laboratoire d'Epidémiologie et d'Hygiène du Milieu, Délégation de Santé, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: a.abdallaoui@gmail.com

L'eau est essentielle à la vie, mais elle peut être aussi un moyen de transmission de certaines maladies (choléra, typhoïde, etc.). C'est pourquoi la surveillance et le contrôle de la qualité bactériologique des eaux de boisson a un intérêt capital. Dans cette optique, nous avons entamé une étude pour évaluer la qualité bactériologique des eaux de certains puits et sources de la région Sebt Jahjough. Les germes recherchés sont : GT à 37°C, CT, CF, SF, les clostridiiums sulfito-réducteurs, ainsi que les germes pathogènes (vibrions cholériques et salmonelles).

Les résultats de la présente étude dévoile que la majorité de ces points d'eau sont contaminés par des germes indicateurs d'une pollution fécale. Les causes de cette pollution sont multiples, parmi lesquels, on peut citer : (i) la mauvaise protection des points d'eau, (ii) l'absence d'une distance convenable entre les points d'eau et les latrines, (iii) le non respect des mesures d'hygiène élémentaires, (iv) l'absence de périmètres de protection des points d'eau.

Mots clés : points d'eau, bactériologie, pollution, région Sebt Jahjough

Groundwater flow modelling in arid and semi-arid regions using Modflow: case of Miocene aquifer of Zéramdine-Béni Hassen, East central Tunisia

Fethi Lachaal^{1,2,*}, Mourad Bédir¹, Jamila Tarhouni², Ayadi Ben Gacha³, Christian

Leduc⁴

¹ Georesources Laboratory, Water Research and Technology Centre, Borj Cedria Ecopark, PO Box 273, 8020 Soliman, Tunisia

² Water Sciences and Technique Laboratory, National Agronomic Institute of Tunisia. 43 Avenue Charles Nicolle, Mahrajène, 1082 Tunis, Tunisia

³ Tunisian Company of Petroleum Activities (ETAP), 27 bis Avenue Khereddine Pacha, BP 83, 1073 Monplaisir, Tunisia

⁴ IRD, UMR G-EAU, BP 5095, 34196 Montpellier cedex 5, France

* E-mail: lachaalfethi@yahoo.fr

As all other in arid and semi-arid countries, Tunisia provides multiple examples of groundwater degradation due to its overexploitation. This is especially the case in the Zéramdine-Béni Hassen deep aquifer, East central Tunisia. This aquifer is one of the most important aquifers within Sahel of Tunisia. Its lithology is composed of clay-sandy series. Because of its tectonic complexity and the scarcity of Miocene outcrops, the hydrogeology characterization of the reservoir is not yet known. Seismic profiles interpretation highlight the existence of the Zéramdine fault corridor, the Boumerdès anticline, the Moknine, and Mahdia grabens that represent lateral boundaries for the study aquifer. The outcrop of the aquifer is located in the Zéramdine, Béni Hassen and Ain Ben Jannet regions, that represent the aquifer recharge and where two lithostratigraphic sections were realized. The piezometric study shows that the principal groundwater flow is from East to West. A secondary flow is from NW to SE. The hydrochemical study of twenty samples shows that the Zéramdine-Béni Hassen aquifer is characterized by freshwater, Na-Ca-Cl-SO₄ facies, and salinity increases from West to East, coinciding with the main water flow direction.

In this work, an integrated methodology was developed, adopting the coupling of the groundwater flow model MODFLOW 2000 code with ArcInfo Geographic Information System to investigate hydrological processes in Zéramdine-Béni Hassen Miocene.

The groundwater model developed in this study includes an updated geometry, new estimates of parameter values and a new conceptualization of the hydrogeological system in Zéramdine Béni Hassen region and can be regarded as a useful tool for analyzing the hydrological processes and improving groundwater management practices elsewhere affected by similar geological and hydrogeological conditions.

Keywords: groundwater, conceptual model, MODFLOW, seismic reflection, arid region, Tunisia

Relation générale au calcul des conduites coulants en charge et à surface libre

Moussa Lakehal ^{1,*}, Bachir Achour ²

¹ Université Badji Mokhtar BP 12 El-Hadjjar, 23000 Annaba, Algérie

² Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS), Université de Biskra, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

* E-mail: lakehal.moussa@yahoo.fr

Notre étude s'intéresse à proposer une relation théorique générale pour le calcul des conduites en charge et à surface libre. Pour le cas des conduites coulants à surface libre, notre étude montre que le paramètre de dimension D_{h0} varie dans un intervalle de valeurs relativement restreint. En suggérant de remplacer cet intervalle de valeur par sa moyenne géométrique, il a été possible d'établir une relation généralisée applicable à la fois aux cas des écoulements à surface libre et en charge en conduites circulaires.

Afin d'examiner l'importance des écarts obtenus sur le calcul de la conductivité $Q/J^{1/2}$ (débit volume divisé par la racine carrée du gradient de la perte de charge) après l'introduction d'une valeur moyenne géométrique, nous avons évalué l'erreur relative maximale commise sur le calcul de la conductivité en utilisant toutes les rugosités relatives ε/D_h (rugosité absolue des parois de la conduite divisée par le diamètre hydraulique) qui ont servi au tracé du diagramme de *Moody*. Les résultats obtenus montrent que l'erreur relative maximale est égale à 1,65%, correspondant à la rugosité relative maximale $\varepsilon/D_h=5.10^{-2}$.

Avant l'établissement de cette relation généralisée, nous avons suggéré, d'abord, une nouvelle approche théorique pour le calcul des écoulements uniformes dans le domaine turbulent rugueux, en se basant sur les relations universelles de *Nikuradse* et de *Darcy-Weisbach*.

Le caractère implicite de la relation obtenue nous a conduit, par un ajustement adéquat, à la remplacer par une équation simplifiée et pratique.

Mots clés : écoulement uniforme, conduites circulaires, conductivité

Etude comparative de deux écosystèmes oasiens : Cas des oasis de Goug et d'El Alia, Sahara septentrional, Algérie

Kaouthar Lakhdari ¹, Abdelmadjid Boulassel ^{2,*}, Nadjat Dakhia ³

¹ Station Milieu Biophysique, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Touggourt, Algérie

² Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Centre Régional de Oued Ghir, 6017 Bêjaia, Algérie

³ Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), 7000 Biskra, Algérie
* E-mail : boulassel_ma@yahoo.fr

Les oasis algériennes sont caractérisées par un système agricole dominé par la phoeniciculture qui représente à son tour un important potentiel pour l'économie nationale.

Ces oasis se diffèrent les unes des autres par leur milieu physique, leur biodiversité et leurs systèmes de production : d'où la création de nombreux écosystèmes oasiens. En effet, la comparaison entre oasis demeure indispensable pour l'identification et la caractérisation des terroirs en vue de la promotion des produits locaux qui leur sont spécifiques.

Dans ce contexte s'inscrit notre étude comparative entre les deux oasis : *Goug* et *El Alia* dans l'objectif d'identifier les caractéristiques de chaque oasis et d'essayer de comprendre leurs systèmes de production qui fonctionnent jusqu'à nos jours, dans un équilibre écologique harmonieux.

Pour cela, on a adopté l'enquête exploratoire en exploitant un important travail bibliographique, appuyé par un examen d'un transect portant sur le milieu physique, la biodiversité et sur les systèmes de productions pratiqués dans les deux oasis.

Ce travail nous a permis de retenir que:

(i) Goug qui est une oasis où les agriculteurs sont des vrais *fellahs* qui ont levé le défi de la lutte continuelle contre le sable et la salinité afin de produire la célèbre datte *Deglet Nour* destinée à la commercialisation et en assurant au même temps leur autoconsommation par une polyculture vivrière et une arboriculture appropriée au milieu, tolérant la salinité.

(ii) Quand à El Alia, l'élevage camelin constitue l'activité principale. Il est conduit en parallèle à la phéniciculture exercée en système de *bour* pour la production des dattes communes, type Ghars. Cependant, deux autres produits agricoles émergent à El Alia : il s'agit du citronnier et de la menthe.

Cette étude ne représente qu'une étape de la recherche scientifique dans le domaine du milieu oasien, afin de déterminer leur degré de vulnérabilité, les voies et moyens de conserver leur biodiversité et de valoriser les potentialités locales ainsi que les bonnes pratiques culturelles dans une vision orientée essentiellement pour le développement d'une économie locale harmonieuse et surtout durable.

Mots clés : système oasien, dattes, élevage camelin, système de production, menthe, Goug, El Alia

"Fréquence-intensité" : une approche pertinente pour la spatialisation et la cartographie du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès, Maroc

Mohamed Lasri^{1,*}, Khalid Obda¹, Emmanuel Reynard², Ali Taous¹, Mhamed Amyay¹

¹ Laboratoire d'Analyses Géo-Environnementales et d'Aménagement, FLSH Fès-Saïs, BP 59, Route d'Immouzar, 30000 Fès, Maroc

² Institut de Géographie, Université de Lausanne, Suisse

* E-mail: simomed.lasri@hotmail.com

Sur le fond des nouvelles tendances climatiques, ainsi que des grandes mutations démographiques, les inondations sont devenues très fréquentes et les pertes qu'elles occasionnent ne cessent d'augmenter au fil des années. Le Maroc n'échappe pas à cette tendance, étant confronté aux formes extrêmes d'écoulement qui se traduisent par des étiages aigus alternant avec de violentes crues provoquant des inondations catastrophiques.

À l'instar de plusieurs villes marocaines, l'agglomération de Fès est fortement menacée par les inondations. Sa situation dans une zone de confluence du réseau hydrographique expose l'agglomération à un aléa hydrologique indéniable. Par ailleurs, l'extension urbaine augmente la vulnérabilité de la ville de Fès face aux aléas hydrologiques du bassin provoquant un risque alarmant. Les événements historiques qu'a connus Fès (surtout les inondations du 26 septembre 1950 et du 13 octobre 1989) témoignent de l'importance du risque hydrologique. Ces événements ont eu tendance à être oubliés durant les périodes de sécheresse des années 80 et 90. Mais, en raison des inondations récentes qui ont touché l'agglomération entre 2008 et 2011, la mémoire du risque s'est réactivée auprès de la population et des différents acteurs concernés. Cela explique les efforts qui sont aujourd'hui mis en œuvre pour gérer ce risque.

C'est dans ce cadre que la Direction de Développement et de la Coopération suisse (DDC) a initié et financé un projet pilote qui vise à élaborer des cartes indicatives du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès. Ces documents permettront de mieux gérer le risque d'inondation menaçant certains quartiers de l'agglomération.

La présente communication vise à présenter quelques résultats ainsi que les méthodes utilisées pour l'élaboration de la carte indicative du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès. L'accent sera mis sur la description de l'approche « Fréquence-Intensité » utilisée pour l'évaluation et la spatialisation des degrés du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès via les données de la modélisation hydrologique et hydraulique. D'une part, la modélisation hydrologique permet de simuler le comportement hydrologique du bassin versant de l'Oued Fès. Par ailleurs, la modélisation hydraulique simule les crues selon leurs fréquences (périodes de retour) et intensités (hauteurs et vitesses des eaux). Le croisement de ces données a permis la spatialisation des différents degrés de l'aléa d'inondation qui va servir à l'élaboration des documents cartographiques indiquant les degrés du risque d'inondation dans l'agglomération de Fès.

Mots clés : risque d'inondation, agglomération de Fès, cartographie, modélisation

Le système d'irrigation : savoir-faire et durabilité. Cas du Ksar de Boukais, Algérie

Rekia Lazreg^{*}, Redouane Bekhedda

Université de Béchar, BP417, 08000 Béchar, Algérie

^{*} E-mail: nanableue@yahoo.fr

كيف كان الجزائريون يتعاطون مع الماء؟ وما هي أهم الطرق المتبعة عندهم للحصول عليه و لحفر الآبار و جذب الماء؟ و ما هي طرق الري الزراعي؟ و كيف كان يتم توفير الماء في المدن القديمة و في الواحات؟ و ما هي أنظمة توزيعه بين الناس؟ هذه الأسئلة و غيرها عن الوضع المائي في الحضارة الجزائرية لم تجد لها إجابة في هذا المؤلف للـ UNESCO و يرجع هذا أساسا لقلّة إن لم نقل انعدام الأبحاث في هذا المجال، حيث أن تراثنا المادي و اللامادي لم يأخذ نصيبه من الاهتمام.

في هذا البحث سنستعرض نموذجا من أنظمة السقي التقليدية و نسلط الضوء على إشكالية الماء في الثقافة الاجتماعية للقصور، كما سنطرق لطرق استغلاله و تقنيات تقسيمه عن طريق قراءة تحليلية لهذه الإشكالية على مستوى قصر موغل، أحد أهم قصور الجنوب الغربي الجزائري و المسماة بقصور الشمال.

تشكل قصور الشمال لولاية بشار – الكائنة بجنوب غرب الجزائر و على امتداد الحدود المغربية- المتميزة بمناظرها الطبيعية الهادئة و أصولها الضاربة في التاريخ واحدة من أهم المناطق التراثية للوطن الجزائري و التي تستحق كل الاهتمام للحفاظ على ذاكرتها و كل ما تحمله من كنوز لجيانا و لجيل المستقبل.

لقد اهتم أهل موغل ككل الشعوب و الحضارات بالماء؛ طرق استغلاله، الحفاظ عليه و كيفية تقسيمه بطريقة عادلة حيث أنه كان يمثل محور اهتمام الشعوب منذ الأزل.

و يعتبر نظام السقي المعتمد إلى حد الساعة بقصر موغل نظاما تقليديا ضبط بطريقة علمية من طرف أفراد لهم دراية و فية بالطبيعة و اعتدال الفصول و انقلابها، إذ أنه يعتمد أساسا على وسيلتين للضبط و هما الساعة المائية و الساعة الشمسية.

و رغم أن تقسيم الحصص المائية يقوم على عدة متغيرات طبيعية و اجتماعية، إلا أن نظام السقي بموغل أعطى لكل ذي حق حقه بدقة متناهية.

في هذا الإطار، فإن هذا البحث سيكون نقطة انطلاق لبحوث أخرى في نفس المجال و سيكون حافزا للحفاظ على تراثنا المتوارث من أسلافنا الذين أحسنوا التصرف بالتراث الطبيعية و أحسنوا الحفاظ عليها.

الكلمات المفتاحية: قصر، ماء، ساعة شمسية، ساعة مائية، تراث

Débits d'étiage et variabilité interannuelle des précipitations dans le Haut Sebou, Moyen-Atlas, Maroc: une problématique de gestion de la ressource en eau

Sébastien Lebaut^{1,*}, Abdelghani Qadem¹⁻², Mohamed Laaouane²

¹ Centre d'Etudes Géographiques, Université de Lorraine, Ile du Saulcy, BP 30309, 57006 Metz cedex 1, France

² Laboratoire d'Analyses Géo-Environnementales et d'Aménagement, FLSH Fès-Saïs, BP 59, Route d'Immouzar, 30000 Fès, Maroc

* E-mail: lebaut@univ-metz.fr

Les données pluviométriques à partir desquelles il est possible de dégager des séries temporelles homogènes sèches ou humides sur le Moyen-Atlas existent depuis presque un siècle ; Elles montrent des contrastes accusées entre ces périodes. Les périodes les plus sèches occasionnent une diminution conséquente des ressources en eaux impactant considérablement la sphère économique et sociale du Maroc. La compréhension du phénomène de tarissement conduisant au débit d'étiage et le rapport qu'entretient celui-ci avec les précipitations annuelles apportent les clés d'une gestion efficace et prédictive de la ressource en eau pour les bassins stratégiques. Néanmoins de telles analyses s'appuient sur des données homogènes et validées surtout dans les bas débits qui font le plus souvent défaut dans un contexte de milieu sec impliquant de nombreux prélèvements « sauvages » sur le linéaire du cours d'eau et une imprécision hydrométrique.

Donc afin de nous affranchir de cette forte variabilité artificielle nous proposons d'atteindre les valeurs de bas débits par le biais d'une modélisation du tarissement. Celui-ci repose sur différentes méthodes de construction de courbes maîtresses de tarissement utilisant l'ensemble des phases hydrologiques de tarissement disponibles sur les hydrogrammes. Sur cette base nous pouvons calculer les bas débits « naturels » et extraire les débits d'étiages. Une analyse statistique permet de calculer des débits fréquentiels de référence utiles à la gestion de la ressource. La mise en relation de ces débits avec les précipitations annuelles apporte une dimension prédictive à la méthode. Celle-ci est illustrée sur le Haut Sebou, bassin tout à fait stratégique puisqu'il constitue environ 10% de la ressource en eau superficielle du Maroc (à la station d'Azzaba, 4678 km²).

Mots clés : Maroc, Moyen-Atlas, hydrogramme, étiage, statistique, tarissement, ressource en eau

Caractérisation physico-chimique des eaux usées domestiques de l'Oued Béchar, Algérie

Abdelhak Maazouzi^{1,3,*}, Abdelkader Badri², Ahmed Kettab¹, Med Wahib Naceur²,

Brahim Zahraoui³

¹ Laboratoire de recherche des sciences de l'eau (LRS-EAU), El Harrach, 16000 Alger, Algérie

² Laboratoire des Applications énergétiques de l'hydrogène LApEH, Université Saad Dahlab, 9000 Blida, Algérie

³ Laboratoire d'énergie en Zone Aride (ENERGARID), Université de Béchar, BP 417, 8000 Béchar, Algérie

* E-mail : maazdz@yahoo.fr

En milieu urbain, l'accroissement démographique génère des quantités considérables d'eaux usées qui sont traitées dans les stations d'épuration spécialisées ou rejetées directement sans contrôle dans les cours d'eau, cas de l'Oued Béchar. En raison de leurs origines diverses (rejets domestiques), ces eaux sont le plus souvent chargées en éléments organiques, minéraux et en microorganismes dont certains pourraient être nuisibles à la santé et participent fortement à la dégradation des nappes qui pourrait être irréversible.

L'étude menée sur six stations notées (R_i) d'eaux résiduelles localisées sur le parcours de l'Oued Béchar influençant très probablement les eaux de la nappe souterraine utilisées par la population riveraine comme eau de consommation et/ou d'irrigation. Les analyses effectuées en avril 2008, 2009 et 2010 ont révélé des teneurs en K, Na, Br, I_2 , Ca, Mg, SO_4 , Cl, NO_3 , NO_2 , TNK et en phosphates qui peuvent être transmis au eaux de la nappe par les écoulements superficiels de l'oued, dont les eaux usées subissent une percolation lente à travers les couches triasiques. Ceci est confirmé par les teneurs élevées en chlorures, qui dépassent 1641,625 mg/L, expliquant ainsi des valeurs de conductivité qui ont atteint 3955 $\mu S/cm$. Les teneurs en nitrates, nitrites, respectivement 38,94 et 21 mg/L, justifient l'hypothèse d'une pollution nitrique des eaux souterraines.

Mots clés : Algérie, Oued Béchar, Rejet urbain, paramètres physico-chimique

Enjeux et rapports de forces entre les différents usagers de l'eau dans la plaine du Souss, Maroc

Lahoucine Maghrani ^{*}, Mohamed Daoud

Université Chouaïb Doukkali, FLSH, Av. Jabrane Khalil Jabrane, BP 299, 24000 El Jadida Maroc

^{*} E-mail: lmaghrani@yahoo.fr

Matière vitale pour l'homme et ses activités quoique partiellement renouvelable, l'eau n'est pas inépuisable. Elle est inégalement répartie même au sein d'un même pays, cette inégalité est encore plus criante dans un pays à climat semi aride comme le Maroc. La pression de plus en plus importante sur les ressources en eau engendre inéluctablement des conflits pour son usage. De ce fait, elle est aujourd'hui plus convoitée que jamais entre les différents usagers.

La gestion et la répartition de cette ressource vitale se posent avec acuité même dans les pays disposant de l'eau en quantités relativement suffisantes. Au Maroc, la rareté de l'eau impose une gestion plus rationnelle afin de répondre aux exigences souvent opposées des différents usagers. Cette option est d'autant plus impérative en raison de la situation environnementale du pays. Cette situation révèle que les ressources naturelles surtout hydriques sont de moins en moins pérennes, engendrant une situation alarmante, qui risque de compromettre à l'avenir tout développement économique et social.

Dans les régions sud atlasiques, la pluviométrie enregistre des seuils critiques et la plaine de Souss, le plus important bassin d'agrumes et du maraîchage du Royaume, n'échappe pas à cette situation. Certes les conditions du milieu de la plaine de Souss sont plus au moins semblables dans leurs aspects généraux avec plusieurs régions. Mais ces similitudes ne sont en réalité qu'apparentes car les différences et les singularités de la région sont importantes:

- (i) Une pluviométrie réduite et conjuguée avec des températures élevées et une évapotranspiration excessive.
- (ii) Une agriculture exportatrice et grande consommatrice d'eau (maraîchage, agrumes et fruits exotiques).
- (iii) Une industrie légère liée à l'agriculture exigeante en eau.
- (iv) Deuxième foyer touristique du pays et donc d'importants besoins en eau (infrastructures touristiques à consommation d'eau élevée).
- (v) Un accroissement urbain très élevé et son corollaire la problématique de la satisfaction des besoins en eau domestique.

Cette contribution se veut d'essayer d'élucider le paradoxe de la région de Souss : une région nourricière du pays et contribuant largement au PIB et en même temps une consommation en eau qui rompt l'équilibre entre les apports en eau et les ponctions prélevées sur la nappe phréatique, et ce malgré sa richesse.

Mots clés: eau, plaine de Souss, sécheresse, pluviométrie, climat, aridité, conflits d'usage, équilibre, gestion, durabilité, tourisme, agriculture, pression

Etude de l'impact de la pollution sur Oued Bousselam, Wilaya de Sétif, nord-est algérien

Nadia Mahdeb^{1,*}, Latifa Bentouati², Abdelouahab Bouzidi¹

¹ Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

² Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : nmahdeb@yahoo.fr

L'Algérie est touchée par le phénomène de la rareté de l'eau et le développement sans cesse croissant de la pollution. L'ensemble du territoire national est souvent touché par la sécheresse et nous a montré combien était nécessaire d'accorder une grande attention à l'eau et à sa qualité. L'eau est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistre un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025. L'Oued Bousselam est l'un des cours d'eau permanents algériens les plus touchés par le phénomène de la pollution. Il est le principal axe hydrographique de la région de Sétif et la principale source du barrage d'Ain Zada qui alimente en eau les villes de Sétif, El Eulma, Bordj-Bou-Arredj et Bougaâ. Il subit une pollution très sévère. L'objectif de cette contribution est d'étudier les propriétés physico-chimiques de l'Oued Bousselam afin de connaître la nature et la qualité de son eau. Pour déterminer la nature et l'impact sur la pollution de l'Oued Bousselam dans la Wilaya de Sétif, nous avons choisi 7 stations le long de l'oued étalées sur une période de quatre mois (d'avril à juillet 2010) et réalisé des analyses au niveau du laboratoire régional de l'Algérienne des eaux (ADE) pour les différents paramètres physico-chimiques de l'eau. A travers les résultats obtenus, on remarque que les taux moyens de nitrites des 4 mois de prélèvement (varient entre 0,215 et 6,870 mg/L) et les valeurs de chaque mois retrouvées au niveau de toutes les stations de prélèvement, qui varient entre 0,127 et 23,60 mg/L, dépassent les normes fixées à 0,1 mg/L. Ainsi les eaux des 7 stations sont de mauvaise qualité concernant les taux de fer, d'ammonium et de matière organique pour les stations S4 et S5 (après les rejets de la ville de Sétif et le village de Mezlog) et aussi avec des taux très élevés de turbidité qui varient entre 25,65 et 336,85 mg/L dans toutes les stations. Ce qui rend le traitement et l'épuration de ces eaux difficile. La pollution des cours d'eau peut engendrer à court ou long terme des conséquences graves sur la santé, l'hygiène publique et l'environnement et avoir des répercussions économiques non négligeables.

Mots clés : Oued Bousselam, pollution, eaux de surface, paramètres physico-chimiques, qualité des eaux, Sétif

Evaluation de la qualité du lait de vaches à partir de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement dans la région de Sétif, Algérie orientale

Nadia Mahdeb^{*}, Malika Khatir, Hanene Bouzidi, Abdelouahab Bouzidi

Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

^{*} E-mail : nmahdeb@yahoo.fr

La wilaya de Sétif est une région à vocation agricole et industrielle, mais aussi un pôle économique. L'agriculture intensive et l'implantation de plusieurs unités industrielles, menacent l'environnement et surtout la qualité des eaux souterraines et superficielles.

Pour évaluer la qualité de lait de vache dans cinq exploitations bovines de la région de Sétif (ferme de Megress, de Bazer, de Guellél, de Lahchichiya et de Ras El Oued).

On a étudié plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau d'abreuvement pouvant influencer la qualité du lait sous différents climats (climat semi-aride humide et semi-aride sec).

Les analyses physico-chimiques des différents paramètres réalisés sur le lait et l'eau d'abreuvement des vaches des exploitations, montrent que les paramètres de l'eau sont conformes aux normes des eaux potables, et permettent d'avoir une bonne qualité physicochimique du lait, quel que soit la nature du climat. A l'exception des eaux de l'exploitation de Guellél, où les valeurs de quelques paramètres, tels que le calcium, les chlorures sont élevées mais n'ayant aucun effet sur les autres paramètres du lait pouvant influencer sa qualité. Le contrôle permanent de la qualité de l'eau d'abreuvement, permet de préserver la santé des animaux, et par conséquent la quantité et la qualité du lait.

Mots clés : lait, vache, eau, qualité, Sétif

Etude de l'impact des effluents de l'Oued Béchar (sud-ouest algérien) sur la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux souterraines

Ahmed Makhloufi *, Noura Seddiki, Abd Elhak Maazouzi , Soumia Achar, Wahiba Menir, Larbi Belarbi

Laboratoire de valorisation des ressources, Université de Béchar, 8000 Béchar, Algérie

* E-mail: makhloufi_75@yahoo.fr

Le thème que nous venons de développer entre dans le cadre de la protection et la sécurité alimentaire, et notamment l'eau qui est la plus consommée par tous les êtres vivants.

Dix-huit puits dispersés le long de l'Oued Béchar sont sujets d'une étude pour avoir l'impact des eaux résiduaires apportées par l'oued sur la qualité de l'eau de ces puits utilisées par la population riveraine comme eau de consommation et/ou d'irrigation.

Les échantillons sont analysés pour des déterminations physico-chimiques: pH, conductivité, salinité, et certains ions indicateurs de pollution et microbiologiques (germes aérobies à 37°C et 20°C, coliformes, coliformes fécaux, streptocoques fécaux et *Clostridium* sulfito-réducteurs).

Les résultats obtenus montrent que ces effluents affectent la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines proche de l'oued, dont les eaux usées subissent une percolation lente à travers les couches triasiques. Ce qui est confirmé par (i) des teneurs élevées en chlorures, qui dépassent 10000 mg/L, sulfate 7561 mg/L, ce qui explique les valeurs de la conductivité qui atteignent 6330 $\mu\text{S}/\text{cm}$; (ii) des teneurs en nitrates, atteignant 219,244 mg/L, un taux d'ammonium, de nitrites qui dépasse 0,5 et 0,1 mg/L respectivement ; (iii) la présence de germes de contamination fécale dans la majorité des prélèvements. Cela explique le taux élevée des germes indicateurs de pollution recherchés, comme exemple : coliformes 210 UFC/100 ml, coliformes fécaux 93 UFC/100 ml, streptocoques D38 UFC/100 ml, *Clostridium* sulfito réducteurs 04 UFC/20 ml.

Par ailleurs, le degré de contamination diffère d'un site à l'autre selon la distance d'éloignement de la source de pollution.

Mots clés : eau souterraine, effluents, Béchar, qualité physico-chimique, qualité microbiologique

La problématique des ressources en eau dans le Sahara algérien : cas de la daïra de Tolga

Salah Eddine Mallem^{*}, Hafiza Tatar, Abdellali Dokma

Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

^{*} E-mail : salaheddine.ma@yahoo.fr

Les eaux souterraines sont des ressources limitées et nécessaires à la vie de la population et au développement économique, elles sont la principale ressource dans les zones sahariennes où les eaux superficielles sont médiocres. La daïra de Tolga qui fait l'objet de notre étude est située à environ 40 km au sud-ouest de la ville de Biskra, elle se localise au nord du Bas Sahara.

En fait, dans ces dernières années la demande en eaux souterraines a augmenté en raison de l'accroissement de la population et l'expansion des cultures irriguées. Cette situation s'accompagne par une disparition de l'artésianisme et un abaissement des niveaux piézométriques des nappes de la daïra de Tolga en raison de l'augmentation de pompage de l'eau. Les données illustrent parfaitement l'évolution des rabattements des niveaux statiques de la nappe des calcaires sur plusieurs années, soit d'un niveau de 30 m de profondeur en 1970 à moins de 50 m en l'an 2000.

Du point de vue hydrogéologique la daïra de Tolga présente des ressources en eau souterraines relativement importantes, représentées par quatre nappes qui sont : (i) la nappe phréatique du Quaternaire; (ii) la nappe des sables du Mio-Pliocène; (iii) la nappe des calcaires de l'Eocène inférieur et Sénonien; et (iv) la nappe des grès du Continental Intercalaire.

La nappe des calcaires est la plus sollicitée de la daïra de Tolga : en 2008 le volume des eaux prélevées dans cette nappe est de 93.444 millions m³/an, au contraire les nappes de l'Albo-Barrémien et le Mio-Pliocène sont moins exploitées (les volumes des eaux soutirées sont respectivement : 6.843 et 0.689 millions m³/an).

Les besoins en eau des différents secteurs en 2008 sont répartis comme suit :

(i) les besoins des deux secteurs (AEP et industrie) : 11.063 millions m³/an.

(ii) les besoins du secteur de l'agriculture : 117.714 millions m³/an.

La confrontation entre ressources-besoins est un indicatif révélateur et très significatif qui nous oriente quant à l'avenir de la politique de l'eau que nous menons afin d'atténuer l'effet du déficit.

Protéger les eaux souterraines contre la surexploitation en tenant compte de l'approvisionnement en eau des secteurs consommateurs des eaux nécessite l'application des différentes procédures visant à rationaliser la consommation de l'eau, et renforcer la protection des nappes et la gestion intégrée pour eux. Cela pourrait contribuer à l'exploitation rationnelle des nappes souterraines et par conséquent leur exploitation durable dans l'avenir.

La présente communication est axée principalement sur :

(i) la définition et l'évaluation des ressources en eau souterraines, leurs possibilités d'utilisation;

(ii) quelques informations sur la gestion de cette ressource.

Mots clés : Tolga, ressources en eau, nappe des calcaires, surexploitation, gestion

Caractérisation hydrogéologique et hydrogéochimique du secteur nord de Draa Sfar

Imane Mannani *, A. Touil, Abdelfattah Benkaddour

Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cadi Ayyad,
BP 549, Avenue Abdelkader Khattabi, 40000 Marrakech, Maroc

* E-mail : mannani.imane@gmail.com

Situé dans un contexte semi-aride, le secteur nord de Draa Sfar est confronté à une réduction importante des ressources en eau et une pression accrue du secteur agricole irrigué. L'activité anthropique développée dans le secteur pourrait contribuer à une perturbation des régimes hydrauliques. Il est donc nécessaire d'élaborer un document de base qui décrit soigneusement l'état hydrogéologique et hydrogéochimique actuel du secteur, afin de faciliter les suivis de l'évolution spatio-temporelle des ressources souterraines.

La compilation des données disponibles relatives à la structure, à l'hydrogéologie et l'hydrogéochimie du secteur Draa Sfar Nord a permis de détecter des arrivées d'eau au niveau des remplissages plio-quaternaires et au niveau des schistes altérés proche de la surface. Les eaux proviendraient des parties amont au NE selon des directions d'écoulement préférentielles. Le sens d'écoulement des eaux souterraines est généralement du NE vers le SW mais des déviations locales ont été enregistrées. Ces déviations sont étroitement liées à la densité et à la distribution des fractures dans le secteur d'étude. Les débits d'entrée à la nappe, calculés à partir de deux fronts d'écoulement, varient entre $17.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ et $17.10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

L'étude hydrogéochimique des eaux souterraines et des eaux d'exhaures de la zone d'étude a montré l'effet de la nature géologique sur la composition chimique des eaux dans le secteur Draa Sfar Nord. Cet effet apparaît essentiellement dans la sursaturation des eaux vis-à-vis du calcium et de la silice et la sous-saturation vis-à-vis des sulfates. L'influence de la géologie apparaît aussi dans les faciès chlorurés sodiques et potassiques et le faciès chloruré, sulfaté calcique et magnésien, rencontrés dans les points d'eau échantillonnés. Les eaux souterraines du secteur nord de Draa Sfar sont de mauvaise voire très mauvaise qualité et ne répondent pas aux normes marocaines de potabilité. Ces eaux peuvent être utilisées dans l'irrigation des terrains résistants aux teneurs élevées en chlorure et à de forte minéralisation.

Contribution à l'étude de la prévalence des vibrions dans l'eau, les coquillages et les sédiments du littoral d'Agadir et d'Essaouira, Maroc

Hasna Mannas^{1,*}, Nour Eddine Chaouqy², Rachida Mimouni¹

¹ Laboratoire Biotechnologies et Valorisation des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, BP 8106, Cité Dakhla, 80000 Agadir, Maroc

² Laboratoire Régional d'Analyses et de Recherches de l'Office National de Sécurité Sanitaire des Aliments (LRARA/ONSSA), Route embouchure Oued Souss pépinière des eaux et forêts, BP474, 80000 Agadir, Maroc

* E-mail: mannashasna@gmail.com

L'objectif de ce travail est l'étude de l'incidence des vibrions et des salmonelles au niveau du littoral bordant les villes d'Agadir et d'Essaouira. Quatre sites d'étude choisis le long ce littoral ont été considérés pour les échantillonnages (Essaouira, Cap Ghir, Anza et Agadir). Deux sites sont situés à proximité des rejets d'eaux usées (Anza et Essaouira). Un total de 52 échantillons incluant trois compartiments du milieu marin (eau de mer, coquillages et sédiments) a été examiné pendant 13 mois (avril 2010 à avril 2011). Pour rechercher et isoler les espèces de *Vibrio*, nous avons adopté le protocole provisoire de détection des vibrions pathogènes dans les produits de la mer. Pour la recherche des salmonelles, le protocole expérimental que nous avons utilisé est tiré de la norme AFNOR NF EN ISO 6579, V08-013 (décembre 2002). Les résultats obtenus ont mis en évidence la présence des espèces suivantes : *Vibrio alginolyticus* (298 isolats) *Vibrio cholerae* (63 isolats), *Vibrio parahaemolyticus* (42 isolats), *Vibrio mimicus* (3 isolats) et *Salmonella spp* (12 isolats). Les souches de salmonella ont été retrouvées uniquement dans les échantillons prélevés d'Anza et d'Essaouira. Cette étude préliminaire a mis en évidence la présence de souches appartenant aux espèces *Vibrio* et *Salmonella*. Néanmoins, une étude approfondie pour la caractérisation des souches isolées est indispensable, notamment pour les isolats retrouvés dans les sites situés à côté des rejets d'eaux usées.

Mot clés : coquillages, littoral, Maroc, *Salmonella spp*, *Vibrio*

**Valorisation des potentialités hydrogéologiques de l'aquifère jurassique profond
transfrontalier algéro-marocain, plaine de Nedroma-Angads
Hamidi Mansour^{*}, Abdelkrim Zidouri, Abdelmadjid Benali**

Laboratoire Géoressources, Environnement et Risques Naturels, Département des Sciences de la Terre,
FSTGAT, Université d'Oran, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

^{*} E-mail: l_mansou_l@yahoo.fr

En regard au manque d'informations hydrogéologiques sur les séries profondes, essentiellement carbonatées de la région frontalière de Nedroma, on a fait appel aux approches et méthodologies des outils de la géologie classique, en commençant par le contexte géostructural spécifique de la région, suivi de l'évolution paléogéographique des dépôts sédimentaires qui dénotent l'existence de plateformes carbonatées et justifient la présence de bons réservoirs potentiellement karstifiés. Les quelques forages réalisés dans la zone frontalière algéro-marocaine viennent par la suite défendre et étayer cette thèse.

Le volcanisme et le style tectonique de la région, justifié par le chimisme des eaux nous a permis de présenter un modèle régissant le fonctionnement et le mécanisme des émergences hydrothermales de cet aquifère jurassique, soulignant au passage une drainance ascendante des eaux du Lias, suralimentant ainsi ce système hydrogéologique profond de la plaine de Nedroma-Angads.

Ces approches qu'on peut considérer comme souvent indirectes, demeurent très solvables dans la mesure où elles nous ont permis d'arriver à des interprétations parfaitement justifiées, particulièrement la reconnaissance et la cartographie du toit des aquifères profonds, notamment ceux du jurassique supérieur, par l'intermédiaire d'une vision cartographique intégrée des potentialités aquifères jurassiques profondes, en termes de superficie, de mur, de toit et de zone d'alimentation. Il faut toutefois reconnaître que l'extension de l'étude vers la région frontalière de la plaine des Angads (Oujda, Maroc) a été d'un apport considérable pour nos investigations et interprétations, car l'aquifère profond du côté algérien (Nédroma) n'est connu que par quelques forages profonds épars.

L'architecture de l'aquifère jurassique transfrontalier est contrôlée par différentes phases de plissement, réactivant des accidents en failles normales et inverses et générant ainsi un système compartimenté en blocs soulevés et affaissés au niveau d'Oujda et de Nedroma. Cet état de fait constitue une des principales conditions aux limites hydrogéologiques, mettant le système aquifère carbonaté profond en contact avec les formations du Dogger (semi perméables à imperméables), du Callovo-Oxfordien (calcaires et dolomies), ou même avec des formations néogènes, favorisant l'émergence de la nappe ascendante du Lias. Cet aquifère karstique qui affleure au niveau des monts du Fillaoucène et ceux d'Oujda s'enneie très rapidement sous la couverture plio-quadernaire des Angads et de Maghnia, pour constituer à l'échelle régionale, l'aquifère transfrontalier algéro-marocain.

Les eaux captées par les forages, de faciès chimiques le plus souvent bicarbonatés, parfois chlorurés sont caractérisées par de fortes minéralisations, acquises à des profondeurs importantes dans des formations calcaires (source de Chiguer et forages de la zone d'Oujda). Il serait notamment intéressant de comprendre si cet aquifère profond peut être relié au volcanisme récent de type alcalin de l'Oranie occidentale qui se poursuit au Maroc dans la région d'Oujda.

Mots clés : aquifère transfrontalier, drainance, géostructural, émergences hydrothermales, système hydrogéologique

Approche théorique à l'étude du ressaut hydraulique de type A forcé par marche positive

Naim Mansri^{1,*}, Moussa Lakehal², Mahmoud Debabeche³

¹ Département de Génie Civil, Université Mentouri, 25000 Constantine, Algérie

² Département d'Hydraulique Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjjar, 23000 Annaba, Algérie

³ Département d'Hydraulique, Laboratoire LARHYSS, Université Mohamed Khider, BP 145 RP, 7000 Biskra, Algérie

* E-mail : naim_annaba@yahoo.fr

Le ressaut hydraulique est obtenu, suite à la transition de l'écoulement d'un régime torrentiel à un régime fluvial. Ce phénomène peut se produire dans un bassin de dissipation à l'aval d'un ouvrage hydraulique. C'est le moyen le moins onéreux et le plus pratique pour dissiper l'énergie emmagasinée dans cet ouvrage, afin d'éviter d'importantes modifications du lit de la rivière situé à l'aval.

L'étude proposée a pour but d'analyser théoriquement le ressaut hydraulique forcé de type A par marche positive en canal triangulaire symétrique à angle d'ouverture de 90°. En effet, nous avons tenté de développer une équation théorique, en introduisant l'effet de la marche.

Cette partie, fera l'objet d'un développement théorique du problème étudié, permettant l'élaboration de la relation théorique $f(Y_A, F_1, S) = 0$, où Y_A est le rapport des hauteurs conjuguées du ressaut de type A, F_1 est le nombre de Froude de l'écoulement incident et S est la hauteur relative de la marche positive. Cette théorie sera ensuite vérifiée par les données expérimentales.

L'effet de la marche positive sur la compacité du bassin amortisseur est observé et quantifié. Toutefois, le choix de la section d'un bassin amortisseur ne repose pas sur le seul critère d'efficacité mais également sur l'aspect économique lié à sa réalisation ainsi que sur la stabilité du ressaut. Cette recherche trouve son application dans les raies d'irrigation de forme triangulaire, utilisant la capacité du ressaut à surélever le plan de charge à l'aval de l'écoulement.

Mots clés : ressaut hydraulique, marche positive, hauteurs conjuguées

Contribution à la limitation des pertes dans les systèmes de distribution d'eau potable pour la préservation de la ressource en zones arides du sud algérien. Cas de la région de Biskra

Rachid Masmoudi ^{1,*}, Ahmed Kettab ²

¹ Laboratoire Aménagements Hydraulique et Environnement, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra, Algérie

² Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau-LRS-EAU, Ecole Nationale Polytechnique (E.N.P.), 10 Avenue Hacène Badi BP 182, El-Harrach, 16200 Alger, Algérie

* E-mail: masmoudirachid@hotmail.com

L'étude présente une analyse de la situation de l'alimentation en eau potable dans le sud algérien et se propose une contribution à la préservation de la ressource en eau très précieuse dans cette région aride. La démarche entreprise vise, essentiellement et dans un premier temps, l'évaluation des pertes dans les différents systèmes d'alimentation en eau potable dans les villes principales de la région de Biskra (450 km au sud d'Alger) en se basant sur les données et les informations déjà disponibles et en utilisant différents procédés. Dans un second temps, il s'agira de la formulation des méthodes adéquates à la mise en œuvre d'actions à court, moyen et long termes qui convergent à réduire les surconsommations, les fuites et les pertes d'eau dans les systèmes de distribution et à préserver la ressource par l'aboutissement à une exploitation rationnelle et réfléchie des points d'eau.

On tentera ainsi de définir les méthodes pratiques pour confirmer que (i) la limitation des pertes et des surconsommations permette de réduire le nombre de points d'eau destinés à l'eau potable de façon significative; (ii) la maîtrise de la gestion technique des systèmes de distribution est primordiale pour optimiser l'exploitation de la ressource et rationaliser la programmation des aménagements futurs.

Cette analyse déterminera également les paramètres fondamentaux relatifs à l'état physique du système ainsi qu'à son comportement.

Evaluation des ressources-besoins en eau d'un périmètre d'irrigation au nord de la Tunisie

Majid Mathlouthi *, Fethi Lebdi

Laboratoire de Recherche en Sciences et Technologies de l'Eau, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), Université de Carthage, 43 Avenue Charles Nicolle 1082 Tunis, Tunisie

* E-mail: majid_mathlouthi@yahoo.fr

L'allocation rationnelle des ressources hydriques apparaît comme une nécessité impérieuse, eu égard à la rareté de l'eau dans le pays, ainsi qu'à son coût de plus en plus onéreux lorsqu'elle arrive à la parcelle. Cette contribution s'intéresse à une évaluation des ressources-besoins en eau du périmètre irrigué côtier de Ras Jebel, de 2060 ha, situé au nord de la Tunisie. En se référant à la qualité de l'eau et à l'évolution de l'exploitation de la nappe 1966-1993, on constate que la salinité de l'eau est devenue relativement assez élevée. Elle va en parallèle avec la baisse du niveau piézomètre qui est le signe d'une surexploitation croissante. Les prélèvements sur la nappe ne sont pas uniformément répartis dans l'espace. Souvent, les réserves disponibles ne sont suffisantes que dans les zones basses du périmètre. Par contre, la dégradation de la qualité des eaux les rend limitées. L'abaissement général et continu du niveau piézométrique qui s'explique par une exploitation d'un débit de plus en plus important, constitue un indice irréfutable de la surexploitation de la nappe. Du point de vue historique, la zone de Ras Jebel appartient aux régions traditionnelles de propriété et d'agriculture paysanne. Elle fait partie des villages où l'agriculture intensive (maraîchage, arboriculture fruitière) remonte à un passé ancien. Ici la petite exploitation familiale occupe une place prédominante. Dès lors, le projet de sauvegarde de Ras Jebel a été réalisé en 1992. Les eaux d'irrigation proviennent des lâchures du barrage Sidi Salem dans l'Oued Medjerda. La structure foncière est caractérisée par un fort morcellement de la surface agricole utilisable et les parcelles sont irrégulières ce qui fait les unités d'irrigation ne sont pas standardisées. Le mode d'irrigation retenu par le projet est l'aspersion. Pour aboutir à une bonne performance de la gestion, il a été procédé à la constitution des groupements d'irrigation par aspersion (GUI). La clé de l'organisation est l'acquisition en commun des conduites tertiaires. La gestion collective des bornes est une opération particulièrement complexe et a donné lieu à de nouvelles formes de coopération. Elle tient à responsabiliser les agriculteurs en les invitant à créer des groupements afin qu'ils puissent prendre en charge certaines tâches (tel que l'entretien du réseau collectif, distribution de l'eau au niveau de chaque borne, etc.) tout en préservant les disponibilités de la ressource en eau, en quantité et qualité.

Mots clés: aspersion, exploitation intensive, gestion, périmètre d'irrigation, surexploitation

Développement d'un outil SIG pour la gestion des ressources en eau d'irrigation dans un contexte de changement climatique

Mohamed Ould Ahmed Maymtess^{*}, Ali Essahlaoui

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

^{*} E-mail: mohamed.meymtess@yahoo.fr

Le Maroc est marqué par un climat semi-aride qui est caractérisé par des précipitations irrégulières dans le temps et dans l'espace, ce qui est à l'origine des variations de la production. Ces conditions ont fait de l'irrigation un impératif technique incontournable qui a acquis au fil des années des dimensions économiques et sociales indéniables.

L'irrigation au Maroc utilise 87% des ressources en eau mobilisées. L'irrigation gravitaire est le mode d'irrigation dominant avec plus de 80% des superficies irriguées (Debbarh et Badraoui, 2002)

Les ressources en eau ne peuvent satisfaire que de plus en plus difficilement les demandes en eau, qui sont en perpétuelle augmentation suite à une expansion importante de l'irrigation, à une diminution des ressources en eau et en raison de l'accroissement démographique et de la concurrence sur l'eau qu'exercent les autres activités de développement (Kadiri, 2008). Cette situation est aggravée par le changement observé dans le régime pluviométrique (changements climatiques).

L'utilisation des outils de traitement de l'information, tels que les Systèmes d'information géographique (SIG), pour la contribution à la gestion de l'espace, devient de plus en plus fréquente. L'objectif de l'utilisation d'un SIG est l'élaboration d'une représentation commune du territoire en mettant en relation les différentes représentations existantes (Omari, 2008).

Le secteur irrigué étant le plus grand consommateur en eau doit faire un effort considérable pour réduire sa demande en eau tout en améliorant sa productivité. C'est l'objectif escompté par la stratégie nationale d'économie d'eau dans le secteur agricole. Suite à la diminution des ressources en eau pendant les dernières décennies, l'agriculteur paraît mal impliqué dans la gestion de l'eau d'irrigation dans les périmètres irrigués. Ce qui prouve que son implication effective dans le processus de la gestion de l'eau et son utilisation rationnelle au niveau de son exploitation ne peut aboutir sans prendre de réelles mesures à la demande en eau d'irrigation. En effet, c'est une des problématiques agronomiques les plus complexes qui intègrent les conditions climatiques de la région et des facteurs socio-économiques. Irriguer de façon optimale n'est pas chose aisée, avec la nécessité de pratiquer une agriculture durable, cela devient encore plus délicat. En effet, en plus du souci de satisfaire les besoins de la plante s'ajoutent les préoccupations d'économie des ressources en eau et du respect des aquifères.

Notre hypothèse d'étude se base sur la contribution par l'élaboration d'un SIG qui permettrait la gestion de l'irrigation dans la deuxième tranche du périmètre irrigué du Projet Moyen Sebou et

Inaouen (PMSIA). Les SIG constituent un outil d'aide à la prise de décision simple, fiable et fonctionnel. Cet outil permettra en plus d'effectuer des analyses et des évolutions dans le temps et dans l'espace des besoins des cultures en irrigation, de la gestion des besoins en eau d'irrigation, et prévoir les perturbations hydrauliques qui sont générées par ce besoin en eau.

Notre étude a pour objectifs spécifiques de : (i) mettre en place d'une base de données spatiale permettant la gestion de l'eau d'irrigation sur un périmètre ; (ii) localiser avec plus de précision les infrastructures de gestion d'eau dans le périmètre; (iii) développer un module de l'estimation du besoin en eau pour faciliter la prise de décision en matière de l'eau d'irrigation par l'évaluation de bilan hydrique sur l'ensemble du périmètre.

Dans le cadre de ce travail, nous avons établi une base de données cartographique et attributaires dans un SIG : une cartographie du périmètre de la zone d'étude, en plus du découpage du périmètre en secteur IV et V (Fig.1) ainsi que le plan d'aménagement. Plusieurs cartes thématiques (pentes, orientation, etc.) ont été élaborées à partir du modèle numérique de terrain. La carte d'orientation a permis de déterminer les versants est et sud-est qui présentent un ensoleillement élevé. La carte des pentes a permis de cartographier les secteurs qui présentent un fort risque d'érosion hydrique (pente >7%).

La méthode adoptée pour le calcul des besoins en eau des cultures (Fig.2) est la méthode de l'évapotranspiration maximale (ETM). Plusieurs formules sont utilisées pour approcher l'évapotranspiration climatique. La plus utilisée au Maroc est la formule de Blanney-Criddle qui ne fait intervenir que la température et la pluviométrie (données météorologique usuelles), contrairement à la formule de Penman-Manteith (FAO n°36) faisant appel à d'autres données climatiques, non disponibles dans la zone d'étude.

Enfin, nous avons pu déterminer les besoins en eau moyenne par type de culture applique dans le périmètre.

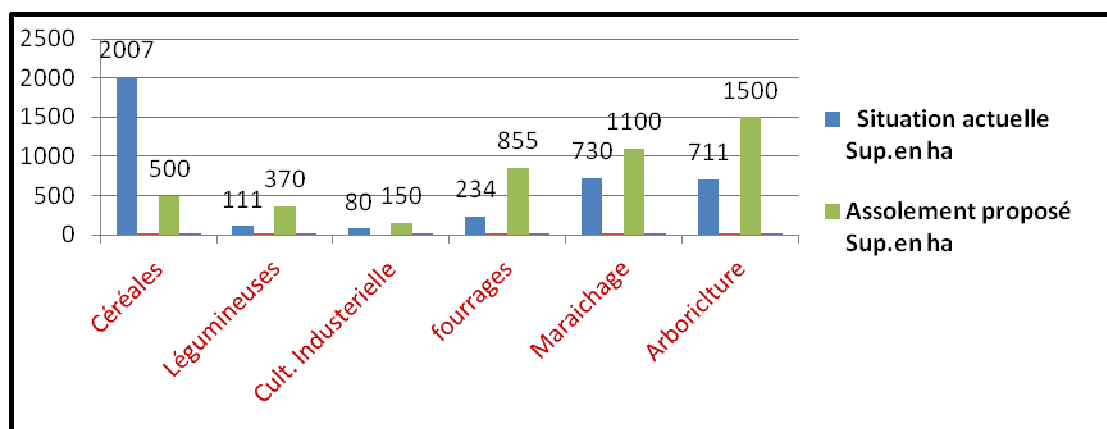


Fig.1. L'assolement du sol par groupes de cultures proposés

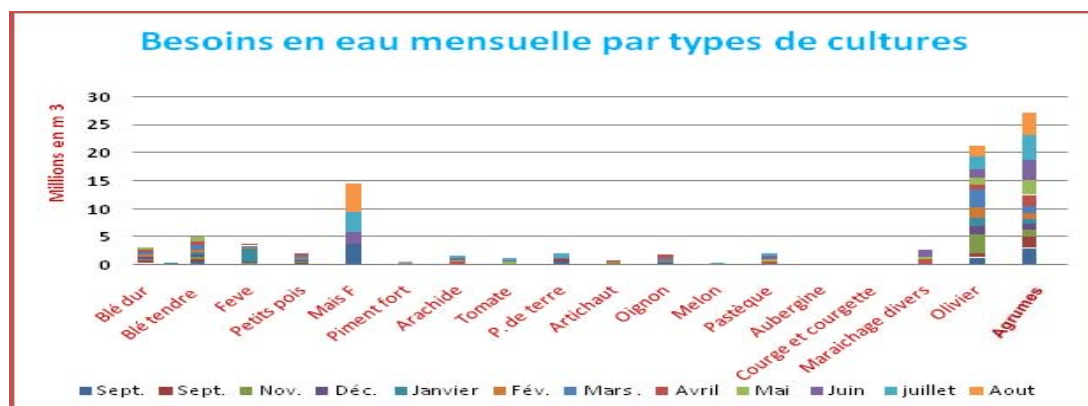


Fig.2. Besoin en eau mensuelle moyenne par type de culture dans le périmètre irrigué

Ce genre d'étude est très intéressant sachant qu'à l'échelle du Maroc la pénurie d'eau est une donnée structurelle dont il faut tenir compte à l'avenir, voir à l'immédiat, dans les politiques et les stratégies de gestion des ressources en eau. En effet, le SIG est un outil incontestable pour une meilleure gestion des ressources en eau dans les périmètres irrigués. Ceci permettra sans doute une économie importante de l'eau dans un domaine semi-aride.

Références

- Debbarh A., Badraoui M., 2002. Irrigation et environnement au Maroc : situation actuelle et perspectives. In S. Marlet et P. Ruelle (éditeurs scientifiques), 2002. Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France. CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom du CIRAD, 14p.
- Kadiri Z., 2008. Gestion de l'eau d'irrigation et action collective. Cas du Moyen Sebou- Inaouen aval. Master of Science, n°95, *Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier*, France, 138p.
- Omari S., Bord J.-P., Bouaziz A., Le Grusse P., Poussin J.-C., Ruelle P., 2009. Le SIG, un outil de gestion de l'eau dans un périmètre irrigué: cas du Secteur S7 au Gharb, Maroc. In T. Hartani, A. Douaoui, M. Kuper, (éditeurs scientifiques), 2009. Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du quatrième atelier régional du projet Sirma, Mostaganem, Algérie, 26-28 mai 2008. Cirad, Montpellier, France, colloques-cédérom, 11p.

Evolution de la ressource en eau dans le Haut Sebou, cuvette intramontagnarde, expliquée par un climat semi-aride : dépression de Guigou

Lhoussine Mazoz *

Facultés des Lettres et Sciences Humaines Fès-Saïs, BP 59, Route d'Immouzar, 30000 Fès, Maroc

* E-mail: m.lhoucine@gmail.com

La plaine de Guigou s'inscrit au centre d'un vaste ensemble de reliefs dirigés du SW vers le NE, avec une altitude moyenne de 1600 m (Fig.1). Elle constitue un exemple typique de l'incidence des ressources en eau par l'influence de l'intervention anthropique sur l'espace fluvial et l'irrégularité des précipitations en fonction de l'étendue géographique de bassin et de la variété des expositions. Dans ce contexte semi-aride, où les précipitations moyennes interannuelles sont de l'ordre de 340,5 mm, avec 518,6 mm comme MIA maximale et 188,2 mm comme MIA minimale, l'eau a toujours été l'une des entraves au développement des zones sèches du bassin. Le problème peut parfois atteindre une dimension dramatique. Le principal problème est dû à la faiblesse des ressources hydriques et à l'irrégularité de leur distribution, l'intensification de l'irrigation au cours des dernières décennies a ainsi suscité une forte croissance de la demande en eau. L'effet de sécheresse étendue, l'amplification des risques d'inondation ont un effet sur les incidences directes de la conjoncture et l'interférence de l'extension non contrôlée de l'habitat, l'élargissement de l'espace agricole, la déforestation, le système d'irrigation archaïque, l'activité pastorale traditionnelle. Tous ces facteurs ont une influence sur la régression des ressources en eau et la rareté du débit hydrique.

En même temps, différents aménagements affectent l'ensemble du fonctionnement hydrologique: multiples ouvrages de conservation des eaux et des sols, d'intervention sur le chenal d'écoulement (déviation, endiguement, mur de protection, recalibrage traditionnels, etc.). L'avenir du développement agricole dépend de manière évidente de la maîtrise de la ressource souterraine et donc de sa bonne connaissance. Malgré les multiples mesures de terrain, il reste encore de nombreuses incertitudes qui rendent le bilan actuel de la nappe très incertain. Le risque d'augmentation des crues existe à long terme, mais ce dernier reste moins grave et moins immédiat que la baisse piézométrique.

Mots Clés : zone semi-aride, irrigation, inondation, aménagement

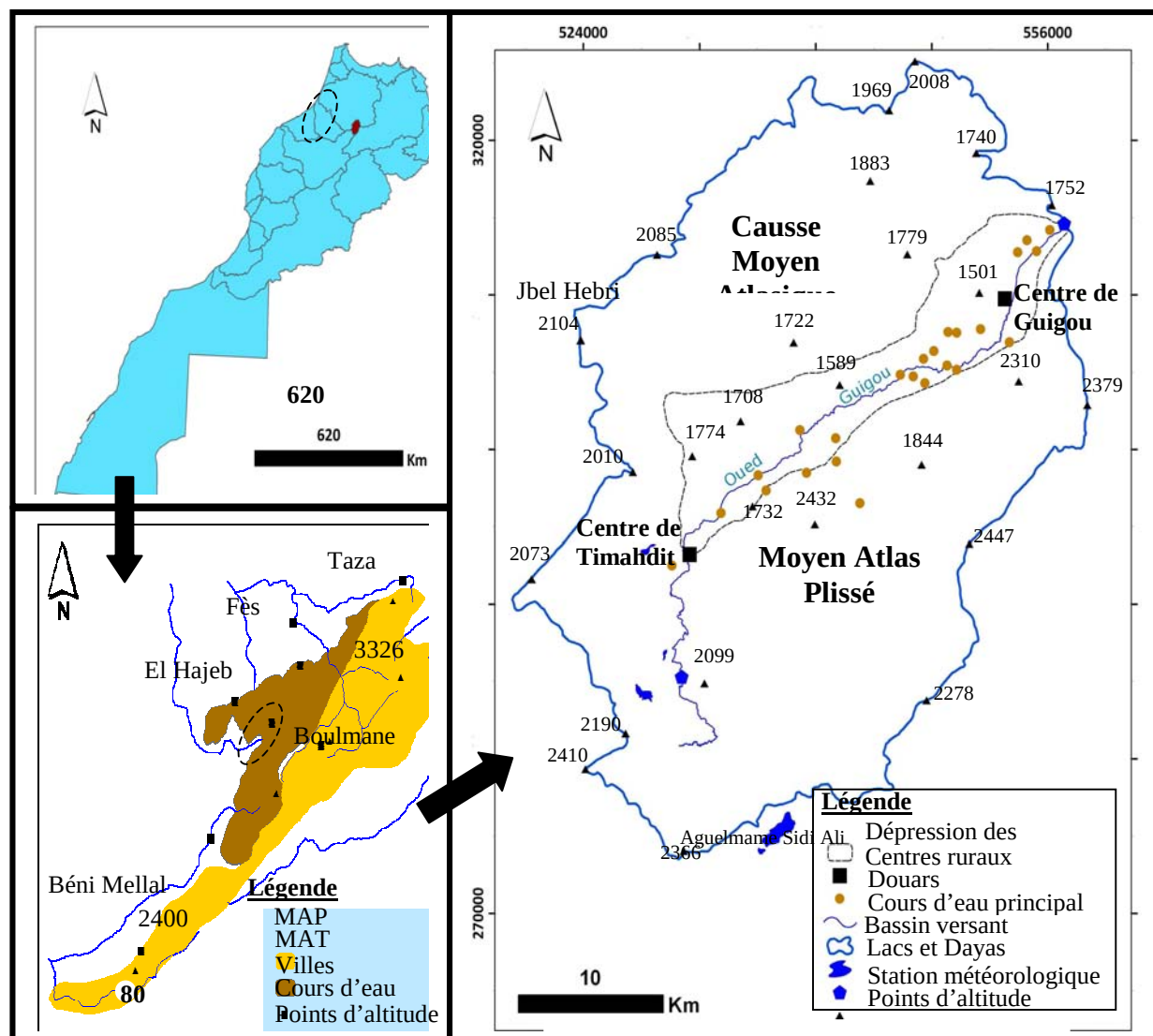


Fig.1. Cartes représentant la situation géographique de la dépression du Guigou (MA : Moyen Atlas Plissé et MAT : Moyen Atlas Tabulaire)

Flood and sediment dynamics in semi-arid environment Wadi Sebdou, northwest Algeria

**Abdesselam Megnounif^{*}, Abderrahmane Nekkache Ghenim, Nora-Louiza Megnounif,
Faiza Allam**

Equipe "Mobilisation Ressources en Eau", Laboratoire "Eaux et Ouvrages dans Leur Environnement", Faculté
de Technologie, Université de Tlemcen, , BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail : megnounif_aslam@yahoo.fr

In semi-arid area, floodplains are generally poor in vegetation and soils are usually compact. Consequently, rains exert an important impact on the exposed soils, including splashing of soil particles and promoting high peak flows as rainwater does not infiltrate into soil instantly. Moreover, the rapid wetting of the desiccated soil causes the aggregates to disintegrate which increases the susceptibility to soil erosion. For these reasons, overland flow forms the major component of basin runoff maximising the opportunity for both water and eroded soil to reach the channel network.

In the Maghreb area, possessing only scarce water resources, the major damage is associated with the loss of alluvial sediments from the catchment and subsequent dam siltation. These deposits contribute to about 2 to 5 % of the yearly loss of water storage capacity.

In this context, the behaviour of sediment dynamics in Wadi Sebdou, a semi-arid Mediterranean Basin was studied. We focused our attention on the flood events. The relationship between suspended sediment concentration and discharge exhibits different forms of hysteresis, the common characteristics of the floods were then compared and analysed.

During the period September 1988 to August 1993 there were a number of significant high discharge events in the Wadi Sebdou catchment. Preliminary examination of the suspended sediment flux and discharge time series allowed the identification of 24 events. Detailed analysis of the shape of discharge suspended sediment concentration relationships at flood event scales provides insight into the timing and characteristics of sediment transported through the drained basin. The dynamics of individual flood event budgets and the effects of floods on seasonal and annual fine sediment transport, erosion and deposition are examined. A particular attention is paid to the effect of magnitude and frequency of individual flood events and their temporal sequencing.

The differences in the form and magnitude are attributed to the competing influences of areal and temporal distribution of precipitation and sequential sediment sources contribution. The suspended sediment yield tends to be higher during autumn and spring than during winter and summer.

Because of the semi-arid climate, the river system is able to transport large quantities of sediments. In this paper we confirm that semi-arid environments yield record levels of sediment. On the other hand, we show that higher sediment fluxes are not necessarily produced by dominant discharge. Over the period of study we show that smaller more frequent flows carry the most sediment within streams.

Keywords: water discharge, suspended sediment load, hysteresis, flood events, semi-arid stream, NW Algeria

Répartition et agressivité des pluies dans le nord-ouest algérien

Abdesselam Megnounif^{*}, Abderrahmane Nekkache Ghenim, Nora-Louiza Megnounif

Equipe "Mobilisation Ressources en Eau", Laboratoire "Eaux et Ouvrages dans Leur Environnement", Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, , BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

^{*} E-mail : megnounif_aslam@yahoo.fr

Désormais, et à travers le monde, les montagnes où vivent des populations rurales sont le lieu d'appréhension de nombreux phénomènes étroitement liés à la variabilité des précipitations. Sous cet environnement, la quantification des apports pluviométriques et leurs répartitions dans l'espace et dans le temps sont de grande importance. Les raisons sont nombreuses et à la fois écologique, économique et sociale. A titre d'exemples on peut citer : les systèmes de l'habitat animal ; la genèse des écoulements de surface et les processus hydrologique et géomorphologique concomitants ; la mobilisation et protection de la ressource en eau superficielle et/ou souterraine ; les inondations ; l'agriculture, le pâturage et les industries qui dérivent des ces activités ; la stabilité des populations rurales.

La répartition spatiale des précipitations est dictée par plusieurs paramètres physiographiques notamment l'altitude, éloignement par rapport à la mer, et orientation des versants. Par ailleurs, au cours d'une année hydrologique, l'irrégularité ou concentration de l'occurrence des pluies peut accentuer l'agressivité de celles-ci. De nombreux indices sont conçus pour apprécier cette agressivité. Le Maghreb septentrional est une zone montagneuse constituée de nombreux petits bassins versants. Dans cette région, l'eau douce mobilisée pour l'alimentation en eau potable, les besoins agricoles ainsi que pour l'industrie provient en quasi-totalités des ruissellements à partir de ces montagnes.

Notre étude s'inscrit dans ce contexte et s'intéresse aux apports pluviométriques dans le nord-ouest de l'Algérie. Elle s'effectue sur de longues séries pluviométriques réparties dans cette région. Notre contribution s'articule sur deux volets : (i) l'analyse des paramètres statistiques est utilisée pour étudier les variations spatiales et temporelles des précipitations; (ii) la caractérisation des pluies de la région. Pour cela, nous avons retenu deux indices : (a) l'Indice de Concentration des Précipitations (PCI) et (b) l'Indice de Fournier Modifié (IFM), qui permettent respectivement d'apprécier la concentration ou la saisonnalité des précipitations annuelles et d'apprécier l'agressivité des précipitations.

Mots clés: Précipitation, répartition, indice de concentration, indice d'agressivité, semi aride, Haute Tafna

Origine de la salinité des eaux souterraines. Cas de la nappe superficielle de la plaine de Boumia, Wilaya de Batna, est algérien

Soumia Meguellati ^{1,*}, Abderrahmane Boudoukha ²

¹ Département d'Hydraulique, Institut des Sciences et technologie, Université d'El-Oued, BP 789, 39000 El-Oued, Algérie

² Département d'hydraulique, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université Hadj Lakhdar, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: meguellati_soumia@yahoo.fr

La salinité des eaux souterraines pose un problème en zones arides et semi-arides, et détériore leur qualité. Le système aquifère mio-plio-quaternaire de la plaine de Boumia est hétérogène. Il est constitué essentiellement d'alluvions, graviers, limons, calcaires lacustres, sables et des conglomérats. L'étude piézométrique de la nappe montre que toutes les eaux convergentes vers le centre de la plaine, et l'alimentation se fait à partir des massifs qui bordent la plaine. Pour la période d'observation prise en compte, la valeur moyenne de l'évapotranspiration réelle (ETR) est estimée à 278 mm/an, soit 87% des précipitations. Le bilan hydrologique est déficitaire d'où une alimentation de l'aquifère superficiel qui se fait latéralement.

Les eaux de l'aquifère superficiel de la zone d'étude présentent une forte salinité. Lors de leurs trajets en profondeur, les éléments chimiques dans l'eau ont évolué en deux faciès dominants : chloruré sodique et chloruré calcique. L'analyse chimique des éléments (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^-) qui caractérisent les formations géologiques principales de la plaine a montré la dominance des ions salifères (Na^+ , Cl^-) et des ions gypsifères (Ca^{2+} , SO_4^{2-}) par rapport aux ions carbonatés (Ca^{2+} , HCO_3^-) dans l'acquisition de la salinité. Ce bilan a également mis en évidence le phénomène d'échange de base entre les eaux de la nappe et les passages argileux.

Mots clés : salinité, eaux souterraines, plaine de Boumia, semi-aride, Sebkhat djennkli

Traitement de l'eau et optimisation du procédé de photodégradation des polluants organiques en utilisant le TiO₂ fixé sur support

Smail Merabet ^{1,*}, Abdelkrim Bouzaza ², Smail Benkhanouche ³

1 Laboratoire d'hydraulique appliquée et environnement, Université A. Mira, route de Targa-Ouzzemour, 6000 Béjaia, Algérie

2 Laboratoire Chimie et Ingénierie des Procédés (CIP), UMR6226 "Sciences Chimiques de Rennes", Ecole Nationale Supérieure de Chimie, Avenue du Général Leclerc, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France

3 Département LMD/ST, Université A. Mira, route de Targa-Ouzzemour, 6000 Béjaia, Algérie

* E-mail: merabetsmail2003@yahoo.fr

Les effluents aqueux sont chargés en matières organiques caractérisées par la présence de substances et leur rejet dans les milieux naturels peut provoquer des problèmes de santé. L'indole est très toxique, il est très nocifs pour d'environnement et en particulier pour les organismes aquatiques. Pour cette raison, des combinaisons de processus physiques, mécaniques, chimiques et biologiques tels que la filtration, la floculation, la décantation, la stérilisation ou encore l'oxydation chimique des polluants organiques est souvent utilisée. Malheureusement, ces techniques s'avèrent très coûteuses et restent controversées du point de vue environnemental. Pour faire face à cette problématique, les traitements conventionnels s'avèrent peu adaptés à l'élimination de ce type de pollution. D'autres alternatives pour dégrader ces molécules font aujourd'hui l'objet d'études; notamment les Procédés d'Oxydation Avancée (POA) dont la particularité est de générer des radicaux hydroxyles (OH), puissants oxydants capables de dégrader la plupart des molécules organiques.

Cette étude porte sur la faisabilité d'un catalyseur au TiO₂ supporté sur une fibre cellulosique développé par la société Ahlstrom dans un réacteur en recirculation afin de modéliser la photodégradation de l'indole. Beaucoup de travaux ont été entrepris ces dernières années entraînant, d'une part, l'utilisation de supports très variés (gel de silice, fibres optiques en quartz, fibres de verre, billes en verre, céramiques, membranes en cellulose, films de polymères, zéolithes, etc.), et d'autre part, le développement de méthodes de dépôt du catalyseur sur le support. Afin de remédier au problème de séparation du catalyseur lors de l'application industrielle et son recyclage, il paraît judicieux de le fixer sur un support approprié. Nous nous sommes intéressés, dans le cadre de ce travail, à l'optimisation du procédé de dégradation photocatalytique de la molécule indole et à la mise en évidence de l'effet et de l'interaction de divers paramètres. L'objectif est de déterminer les conditions optimales pour notre système ou de déterminer un domaine qui satisfait les conditions spécifiques opératoires. Pour ce faire il nécessaire de déterminer les modèles mathématiques qui décrivent la cinétique de dégradation de la molécule d'indole. Les expériences préliminaires réalisées sur site nous ont aidées à choisir un domaine expérimental intéressant pour étudier l'influence de quatre facteurs, en l'occurrence la concentration en indole, l'agitation et l'intensité du flux lumineux et catalyseur. Les effets paramètres sont appréhendés. Les effets individuels et cumulatifs des variables d'essai sur la réponse seront étudiés et modélisés.

Mots clés : optimisation, photocatalyse, TiO₂, indole, traitement eau

La pollution des eaux et ses conséquences dans le Souf, Sahara algérien

Assia Meziani^{1,*}, Hadda Dridi², Mahdi Kalla²

¹ Département d'Hydraulique, Institut des Sciences et technologie, Université d'El-Oued, BP 789, 39000 El-Oued, Algérie

² Laboratoire des Risques Naturels et Aménagement de Territoire, Département des Sciences de la terre, Université Hadj Lakhdar, route de Biskra, 5000 Batna, Algérie

* E-mail: meziani.assia@yahoo.fr

Les déficiences dans la gestion des eaux usées restent l'un des principaux facteurs de transmission des maladies et de dégradation de l'environnement. En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration (Hartani, 2004). En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85%, seules 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées (Medkour, 2003).

Prenons l'exemple de la région du Souf située au Sahara algérien, cette région est confrontée par la remontée et la pollution des eaux résultant d'absence du réseau d'assainissement et de rejet ainsi que la mauvaise gestion des eaux profondes. L'assainissement des eaux usées de la ville de Souf ne représentait que 4.6% des rejets totaux et les pertes estimées du réseau s'élevaient à 36% entre les forages et les réservoirs de stockage (Ballais, 2005).

La pollution des eaux dans la nappe superficielle provient également des eaux usées comme le confirme les analyses bactériologiques des eaux de la nappe superficielle montrant une pollution bactériologique marquée principalement par la présence de streptocoques fécaux, ainsi l'indice de contamination bactériologique est surtout d'origine fécal (Chebbah, 2008). L'eau polluée est apparue dans certains quartiers bas de la ville notamment les quartiers de Nezla et Sidi-Mestour entraînant affaissement des réseaux de voirie et du bâti.

L'atteinte à la santé publique s'est manifestée par l'apparition du paludisme et en 2004 plusieurs cas de typhoïde sont signalés à Souf. Ces cas sont certainement dus à la mauvaise qualité de l'eau encore prise dans les puits. La fièvre typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés (Derradji, 2006).

Afin d'endiguer d'une manière radicale ce phénomène négatif, et de donner à la région d'autres dimensions économiques, sociales et environnementales, des mesures importantes sont à prendre en considération et d'une priorité absolue: (i) la réalisation d'un réseau d'assainissement : l'objectif principal de cette opération permettra une protection de la nappe phréatique contre la pollution; (ii) une protection des populations contre les maladies à transmission hydrique et l'amélioration de leur cadre de vie; (iii) La réalisation d'un système complet de traitement des eaux usées par un lagunage aéré (AERM, 2007), cette technique est reconnue comme un procédé d'épuration efficace, notamment au niveau des charges oxydables (90%).

Mots clés : pollution, eaux souterraines, assainissement, Souf, Sahara

Références

- AERM, 2007. Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse. *Lagunage aéré*, Fiche 8, France.
- Ballais J.L., 2005. Les villes sahariennes et les ressources en eau, in COTE M. (dir.) : *La ville et le désert, le Bas-Sahara algérien*, Paris - Aix-en-Provence, Karthala -IREMAM, 73-93.
- Chebbah M., 2008. Minéralisation des eaux de la nappe phréatique dans la vallée du Souf - caractérisation, origine et distribution. *Actes des premières journées d'étude sur la remontée des eaux de la région d'El-Oued*, Algérie, 20-21 avril 2008.
- Derradji Z., 2006. Le déséquilibre d'une nappe aquifère et ses conséquences à Souf -Sahara septentrional algérien. *Actes du 11^{ème} colloque international développement, environnement et santé « Gestion des écosystèmes comme moyen d'amélioration de la santé humaine »*, Bamako, Mali, 12-16 Juin 2006.
- Hartani T., 2004. La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie, *Actes du Séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée*, Rabat, Maroc, 19-23 Avril 2004, p.1.
- Medkour M., 2003. Réutilisation des eaux usées épurées, *Actes du Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie*, Ministère des Ressources en eau, Alger, Algérie, 22-23 Janvier 2003, p.12.

Etude des potentialités hydriques du bassin de Saiss et élaboration d'un modèle de gestion intégrée des ressources en eau du bassin par l'outil WEAP

Khalid Mimich^{*}, Ali Essahlaoui, Rokia Boukhari Taleb

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

^{*} E-mail: khalid.mimich@gmail.com

Plusieurs régions du Maroc font face à des défis redoutables de gestion des eaux douces notamment la plaine de Saiss. Cette dernière est l'une des grandes régions agricoles du Maroc. Ses ressources en eau sont fournies en grande partie par l'aquifère karstique du Lias du plateau carbonaté du Moyen Atlas (Essahlaoui, 2000). Les ressources en eau de cet aquifère sont utilisées pour la satisfaction des besoins domestiques, agricoles et industriels, et constituent donc un facteur déterminant pour le développement économique et social de cette région. A cet effet, le bassin de Saiss se trouve face aux contraintes de gestion des ressources suivantes: (i) répartition inégale des précipitations dans le temps et dans l'espace; (ii) périodes de sécheresse assez longues et fréquentes; (iii) ressources en eau de surface très limitées et irrégulières; (iv) rejet des eaux usées (domestiques, industrielles) sans traitement dans le milieu naturel; (v) demande globale galopante en inadéquation avec les ressources en eau mobilisables; (vi) actions d'économie d'eau insuffisantes; (vii) évolution importante et imprévisible des surfaces irriguées; (viii) creusement illicite intensif des points d'eau et surexploitation des eaux souterraines.

La présente étude consiste en l'élaboration d'un modèle de gestion intégrée des ressources en eau pour cette sous-entités du grand bassin de Sebou caractérisé par un climat semi-aride. Une évaluation exhaustive des ressources en eau disponibles (eau de surface, eau souterraine) est nécessaire pour subvenir aux besoins en eau dans les différents domaines d'activités. Les données de base pour l'évaluation des besoins en eau et la description du milieu physique ont été tirées des documents de l'agence du bassin hydraulique de Sebou et des études antérieures (Chamayou et al., 1975; Amraoui, 2005; Essahlaoui, 2000).

La réalisation d'une base de donnée sous un système d'information géographique permettra d'élaborer un support cartographique à partir des cartes thématiques (topographiques, géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques, modèle numérique du terrain, etc.). A partir de ces données nous envisageons de réaliser à travers le modèle WEAP (Water Evaluation And Planning system) un plan de gestion des ressources en eau, en tenant compte des différents facteurs extramuros (changements climatiques, évolution des besoins, etc.) dans un futur proche et la manipulation des différents scénarii de gestion à long terme à travers l'établissement d'un bilan hydrologique et un bilan de gestion (offre et demande). Ce plan ne peut se réaliser qu'à travers un modèle de gestion durable, participatif et équilibré des besoins en eau actuels et futurs.

Le modèle WEAP est un outil de prévision qui simule toutes les ressources en eau, l'offre et la demande, la qualité de l'eau. Les prévisions seront réalisées pour l'horizon 2050.

Mots clés : bassin de Saiss, bilan global de la nappe, gestion des ressources en eau, SIG, WEAP

Références

- Amraoui F., 2005. Contribution à la connaissance des aquifères karstiques du liais de la plaine du Saiss et du Causse moyen Atlasique Tabulaire (Maroc). *Thèse de Doctorat d'Etat*, Fac. Sc. Ain Chok, Casablanca, 227p.
- Chamayou J., Combe M., Genetier B., Leclerc C., 1975. Le bassin de Meknès-Fès, *Ressource en eau du Maroc*, 41-71.
- Essahlaoui A., 2000. Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le Bassin de Meknès-Fès (Maroc), Prospection géoélectrique, étude hydrogéologique et inventaire des ressources en eau. *Thèse Université Mohammed VI*, Rabat, Maroc, 258p.

Etude de l'élimination du plomb dissous dans l'eau par des déchets de poudre de marbre en mode dynamique

Ammar Mlayah ^{1,*}, Nouha Shabou, Salah Jellali ²

¹ Laboratoire de Géoressources, Centre de Recherches et des Technologies des Eaux (CERTE), Technopôle Borj-Cedria, BP 273, 8020 Soliman, Tunisie

² Laboratoire des Eaux Usées, Centre de Recherches et des Technologies des Eaux (CERTE), Technopôle Borj-Cedria, BP 273, 8020 Soliman, Tunisie

* E-mail: ammarmlayah@yahoo.fr

Le développement industriel et économique a eu des conséquences néfastes sur l'environnement par des rejets des eaux usées riches en métaux sans traitement adéquat. Le plomb, connu par une toxicité importante, est souvent présent dans ces eaux. La concentration maximale admissible de ce métal a été fixée à 10 µg/L par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Le but de ce travail est d'étudier en mode dynamique (continuous stirred tank reactor : CSTR) l'élimination du plomb dissous dans des solutions aqueuses par des déchets de marbre. Le marbre utilisé est de type Bianco Giaoa de couleur blanchâtre et de texture assez fine. Le diamètre moyen de ces déchets et la surface spécifique est de 32 µm et 0.14 m²/g respectivement. Les paramètres étudiés sont la concentration aqueuse initiale en plomb, le débit d'écoulement à travers le réacteur (temps de contact), le pH de la solution et la dose du support solide utilisé.

Les résultats expérimentaux ont montré que l'élimination du plomb des solutions synthétiques est très dépendante de la dose de déchet de marbre et du pH de la solution aqueuse. En effet, pour une concentration initiale en plomb de 100 mg/L et un pH de 3.6, ce métal a été éliminé à plus de 99% pour des doses de marbre supérieures à 2 g/L et un débit d'effluent de 20 mL/min. En outre pour une dose de déchet de marbre de 5 g/L, ce rendement reste assez important même pour des débits d'écoulement de 60 mL/min. La capacité de rétention du plomb par ces déchets est assez importante comparée à d'autres supports naturels et/ou industriels cités dans la littérature scientifique. L'utilisation du système CSTR pour les études d'élimination du plomb à partir de solutions contenant d'autres métaux a montré que le phénomène de compétition avec d'autres métaux lourds tel que le cuivre est relativement importante. Toutefois, l'impact de ce phénomène pourrait être largement diminué si la dose de déchet de marbre est augmentée.

L'étude des mécanismes intervenant dans l'élimination du plomb des solutions aqueuses à travers des essais supplémentaires en mode batch, d'analyses infra-rouge, de microscopie électronique à balayage et aux rayons X ont montré que cette élimination fait intervenir à la fois la précipitation avec les ions bicarbonates et l'adsorption à travers la complexation avec certains groupes fonctionnels pour former principalement la cérusite. Cette étude montre, également, que les déchets de marbre peuvent être considérés comme étant des matériaux très prometteurs pour l'élimination de certains métaux et en particulier le plomb à partir des eaux usées industrielles en général et des rejets miniers en particulier. En installations industrielles existantes, le processus de l'élimination du plomb avec les déchets de marbre pourrait être assuré par un dispositif séparé à la sortie de l'usine de traitement existante. Dans

ce cas, les eaux usées doivent être renouvelées et agitées en continu pendant un temps de contact suffisant.

Mots clés : plomb, élimination, déchets de marbre, dynamique

Etude de la fixation symbiotique de l'azote chez la fève et la luzerne cultivée sous stress hydrique et salin

Ahlem Mouffok ^{1,*}, Sihem Mouffok ¹, Mohamed Belhamra ²

¹ Département d'Agronomie, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra Algérie

² Département d'économie, Université Mohamed Khider, BP 145, 7000 Biskra Algérie

* E-mail : mouafek.ahlem@yahoo.com

La sécheresse et la salinité constituent des contraintes majeures limitant considérablement la productivité végétale, notamment dans les régions arides et semi-arides. La tolérance des végétaux à ces contraintes est un phénomène complexe qui implique des particularités morphologiques et développementales avec des mécanismes physiologiques et biochimiques variés. Chez les légumineuses leurs effets délétères s'exercent non seulement sur la plante hôte, mais aussi sur la capacité fixatrice d'azote de l'association symbiotique. De ce fait et compte tenu de l'immense besoin en protéines dans l'alimentation humaine, les chercheurs ont été amenés à s'intéresser davantage à l'amélioration des légumineuses alimentaires, dont certaines espèces sont capables de s'adapter à ces conditions et de produire suffisamment de protéines nécessaires à la ration alimentaire. La recherche des couples tolérants capables de fonctionner dans ces conditions constitue un objectif à atteindre, afin de comprendre les paramètres et les mécanismes physiologiques liés à ces caractères, et pouvant servir de base à l'établissement de critères de sélection.

La culture de la fève et de la luzerne reste aléatoire en raison de la sécheresse et de la salinité des eaux et des sols. Le métabolisme azoté et la synthèse protéique sont très perturbés par le stress osmotique qui affecte à la fois les populations rhizobiennes, la plante hôte et la relation symbiotique.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du stress hydrique et de la salinité sur la symbiose à rhizobia chez la fève et la luzerne. Cette étude a permis d'identifier plusieurs réponses au stress hydrique et salin. Chez la fève et la luzerne la sécheresse et le sel perturbent les processus physiologiques de croissance et de développement et plus particulièrement celui de la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cependant, les nodules développés dans ces conditions de faible disponibilité de l'eau n'ont pas permis une meilleure fixation de l'azote, mais c'est plutôt une très forte baisse des quantités fixées qui a été enregistrée.

Les différentes combinaisons symbiotiques étudiées réagissent différemment à la contrainte hydrique et à la salinité, cette diversité pouvant être exploitée pour déterminer les mécanismes les plus efficaces déployés par la fève et la luzerne pour s'adapter à la sécheresse et à la salinité.

L'amélioration de l'aptitude de la fève et de la luzerne par rapport au stress hydrique et salin, par la voie de sélection basée sur la matière biologique locale est d'un intérêt pour les régions arides caractérisées par la sécheresse, la salinité et la pauvreté des sols.

Mots clés: stress hydrique, salinité, symbiose, rhizobia, fève, luzerne

Les problèmes du manque d'eau et l'agriculture algérienne

Brahim Mouhouche *

Laboratoire de Maîtrise de l'Eau en Agriculture, ENSA ex INA, El Harrach, 16200 Alger, Algérie

* E mails: b.mouhouche@ensa.dz , bmouhouche@yahoo.fr

L'Algérie est classée parmi les pays les plus déficitaires en eau. De part son appartenance à la zone géographique du 'Middle-East and North Africa (MENA)' et la quasi-totalité de son territoire (87%) classé en zone désertique, sa pluviométrie moyenne annuelle varie de 1600 mm dans l'extrême nord-est à 12 mm à l'extrême sud-ouest. Néanmoins, la pluviométrie moyenne du territoire, toutes zones confondues n'est que de l'ordre de 89 mm.

De ce fait, l'Algérie est classée parmi les 13 pays africains qui souffrent le plus du manque d'eau. En effet, avec moins de 500 m³/habitant/an d'eau renouvelable, l'Algérie dispose de moins de 50% du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³/habitant/an.

Afin d'assurer sa sécurité alimentaire à la fin de la prochaine décennie, il faudra mobiliser entre 15 et 20 milliards de m³/an, tout en sachant que les potentialités du pays ne sont que de 17 milliards de m³/an et que la mobilisation actuelle n'est que de 5 à 6 milliards de m³/an. Conscients de l'importance du facteur eau pour une meilleure stabilité politique du pays et pour tout développement économique et social, et dans un souci d'une meilleure maîtrise des différents aspects du manque d'eau, en général et dans le secteur de l'agriculture en particulier qui consomme environ 70% des eaux mobilisées annuellement, nous essayons de mettre un peu de lumière sur les différents aspects du programme d'actions pour une gestion économique et durable de l'eau, en général et celle destinée à l'agriculture, en particulier.

Mots clés : Programme d'actions, ressources hydriques, eau d'irrigation, Algérie.

Impact environnemental des cavités karstiques éocènes de la région de Chéria, nord-est algérien. Conséquences géotechniques de la surexploitation d'un aquifère karstique

**Ridha Mouici ^{1,*}, Fethi Baali, Chems-Eddine Fehdi, Larbi Gadri ², Moufida Bouteraa ¹,
Larbi Djabri ³**

¹ Laboratoire Eau et Environnement, Université de Tébessa, route de Constantine, 12000 Tébessa, Algérie

² Laboratoire des Mines, Université de Tébessa, route de Constantine, 12000 Tébessa, Algérie

³ Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: ridha_mouici@yahoo.fr

Le plateau de Chéria fait partie du bassin versant du Chott-Melghir, il est situé à 47 km au sud-ouest de la ville de Tébessa. Il est de forme grossièrement triangulaire dont les rebords sont constitués des monts culminants à 1550m (Dj. Doukkane) et à 1712 m (M'Taguinaro). Il occupe une superficie d'environ 722 km², son altitude varie au centre entre 1000 et 1200 m.

La région de Chéria représente un plateau constituée d'une succession de formations sédimentaires dont la superposition de bas en haut est composée de marnes du Campanien, surmontés de calcaires maestrichtiens, ainsi que des calcaires de l'Eocène et le recouvrement discordant mio-plio-quaternaire. Le plateau est une nappe perchée qui servait à l'alimentation de la ville de Tébessa et de ses environs, particulièrement Ouenza et Djebel Onk. Les forages implantés dans cette zone captaient particulièrement les formations mio-plio-quaternaires qui recouvrent les formations calcaires. Ces dernières recèlent des nappes dont l'origine était mal connu. Les deux dernières décennies ont été marquées par une sécheresse très prononcée : à titre indicatif, au cours de l'année hydrologique 1999-2000, il n'est tombé que 57 mm d'eau sur la région de Chéria. Le manque d'apports et la demande croissante en eau (agriculture et minerais de Djebel Onk), ont contribué à la vidange de la nappe. Ceci a amené les services concernés à solliciter la nappe contenue dans les formations calcaires pour subvenir aux besoins humains et industriels.

Au cours des cinq dernières années, au centre de ville construite sur les calcaires crayeux éocènes sont apparues des fissurations au niveau des constructions suivies de l'effondrement et l'ouverture de cavités souterraines dont on ne soupçonnait même pas l'existence. Il s'agit de cavités karstiques dont le toit est, peut-être, effondré suite à la vidange rapide de la nappe.

SIG Open source et gestion durable des ressources en eaux

Aniss Moumen^{1,*}, Bouabid El Mansouri¹, Hassan Jarar Oulidi²

¹Laboratoire de Geosciences des ressources naturelles (GeoNaRes), Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail,
Campus Maamora, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

²Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP), BP 8108, km 7 route d'El Jadida, 20000 Casablanca, Maroc

* E-mail : amoumen@gmail.com

La gestion des ressources en eaux constitue une étape clef d'une politique proactive visant un développement durable de l'ensemble des composantes d'une société.

L'émergence des outils SIG Open source, constitue une opportunité pour tout opérateur du secteur hydraulique. En effet, le coût important de la mise en place d'un SIG géo-décisionnel, devient un argument important pour promouvoir les outils open source. La politique de gestion des ressources en eau au Maroc repose sur un cadre juridique définie dans l'article 31 de la constitution nouvellement adoptée, à travers la loi 10-95 et ses textes d'application. A la lecture de ces textes, nous constatons l'importance donnée à la gestion intégrée et durable des ressources en eau, pour l'amélioration des conditions de vie de la population, la protection de l'environnement et le développement économique. Cette loi définit le rôle de plusieurs intervenants dans la gestion du domaine public hydraulique. La coordination de l'action de ces différents intervenants devient donc une tâche primordiale afin d'assurer l'aboutissement des missions de ces organismes.

Nous cherchons à travers ces travaux de proposer une solution permettant une facilité d'accès, d'échange et d'interprétation des données hydrogéologiques au moindre coût possible dans l'objectif d'améliorer la prise de décision au sein des services des différents acteurs du secteur hydraulique. La démarche poursuivie pour aboutir à une solution globale et intégrée consiste, dans sa première étape, à réaliser une étude d'état de lieu au sein de certaines administrations opérant dans le secteur hydraulique.

Les résultats de cette enquête nous informeront sur la situation des systèmes d'information géographique utilisés et des différents outils d'aide à la décision. Nous relevons grâce à cette étude les types de données, leurs modes d'échange et leurs utilisations. Le groupement des professionnels du métier géospatial (OGC) a élaboré une série de standards pour garantir la stabilité, l'inter-opérabilité et la durabilité des SIG Open source. En exploitant le concept des services Web, les SIG Open source deviennent des architectures plus ouvertes et garantissant un échange de données normalisées. Un exemple de ces outils est le framework deegree qui implémente une suite des services web (WMS, WFS, CSW, etc.), ce qui offre un environnement de développement d'un SIG géo-décisionnel, répondant aux exigences du métier de l'hydraulique.

Les résultats de l'enquête orienteront les travaux pour l'aboutissement d'un SIG, à base d'outil open source et des standards OGC. Ce système intégrera des modules permettant une prise de décision plus efficace, dans la gestion des ressources en eaux.

Mots clés: hydrogéologie, développement durable, loi 10-95, services Web (WS-*), Open Geospatial Consortium, framework deegree

Corrélations statistiques entre les paramètres géoélectriques (R_T et ρ) et hydrodynamiques (T et K) des aquifères plio-quaternaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental

Abdelaziz Mridekh^{1,*}, Aghlana Mint Viyah^{1,*}, Bouabid El Mansouri², Asmae Mansouri³, Bouchaib Mograne⁴, Malika Kili², Jamal Echarfaoui²

¹ Unité Géophysique et Géologie des formations superficielles, Département de Géologie, F.S.T. Errachidia, Université Moulay Ismail, BP 509 Boutalamine, 57000 Errachidia, Maroc

² Laboratoire des Géosciences appliquées, Equipe Technologie des ressources en eau, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Maamora, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

³ Laboratoire d'Océanologie, Géodynamique et Génie Géologique (LO3G), Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed V, 4 Avenue Ibn Battouta BP 1014 RP, Rabat, Maroc

⁴ Direction régionale de l'équipement et des transports, Service eau Kénitra, BP 203, 14000 Kénitra, Maroc

* E-mails: mridekha@hotmail.fr, aghlana1@yahoo.fr

L'exploitation d'un aquifère passe par l'évaluation des ses paramètres hydrodynamiques, perméabilité (K) et transmissivité (T). Ceux-ci sont déterminés à partir des essais de pompage, procédé souvent long et coûteux. Les résultats en général ne donnent qu'une valeur moyenne de ces paramètres. L'application des techniques de modélisation statistiques permettent de palier à ces difficultés par l'établissement de corrélations entre les paramètres hydrodynamiques et géoélectriques.

Dans cette étude, nous avons établi une corrélation entre la transmissivité et la résistance transversale dans le bassin du Gharb (4200 km²), situé au NW du Maroc, en se basant sur la méthode de régression linéaire. Les données disponibles sont d'environ 160 valeurs de transmissivité et 1136 valeurs pour la résistance transversale. Plusieurs tentatives sont menées pour réaliser un couplage convenable pour les valeurs de deux paramètres, et plusieurs régressions de forme géométrique ont été effectuées dont la meilleure, est celle obtenue entre la transmissivité mesurée à partir des essais de pompage, et la résistance transversale des niveaux résistants, estimée par interpolation sur krigeage des valeurs déterminées à partir des sondages électriques.

Les modèles de régression ainsi obtenus sont ensuite soumis au test de Student dans le but de les valider, et ils sont utilisés pour élaborer des cartes de transmissivité dans la zone. Les corrélations ont été effectuées dans un premier temps pour toute la zone SW du bassin du Gharb, des raffinements ont ensuite été effectués, d'abord en se basant sur la disponibilité des données, ensuite sur le découpage structural connu de la zone. Les valeurs de transmissivité ainsi estimées dépendent des grandes structures du bassin du Gharb (bassin satellite, zone haute et zone de faille) ainsi que les éléments hydrographiques (notamment Oued Sebou, Beht, Smanto, etc.).

Mots clés : transmissivité, résistance transversale, régression linéaire, krigeage, bassin du Gharb

Position séquentielle des aquifères plio-quadernaires du bassin du Gharb, Maroc nord-occidental

Abdelaziz Mridekh ^{1,*}, Mohamed El Bouhaddioui ^{1,*}, Bouabid El Mansouri ², Malika Kili ², Asmaa Mansouri ³, Bouchaib Mograne ⁴

¹ Unité Géophysique et Géologie des formations superficielles, Département de Géologie, F.S.T. Errachidia, Université Moulay Ismail, BP 509 Boutalamine, 57000 Errachidia, Maroc

² Laboratoire des Géosciences appliquées, Equipe Technologie des ressources en eau, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Campus Maamora, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

³ Laboratoire d'Océanologie, Géodynamique et Génie Géologique (LO3G), Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed V, 4 Avenue Ibn Battouta BP 1014 RP, Rabat, Maroc

⁴ Direction régionale de l'équipement et des transports, Service eau Kénitra, BP 203, 14000 Kénitra, Maroc

* E-mails: mridekha@hotmail.fr, mohamed.elbouhaddioui@gmail.com

Le bassin du Gharb est l'un des bassins hydrogéologiques les plus riches en eau en Afrique du nord. Il a fait l'objet de plusieurs campagnes de reconnaissance par forage et des investigations par diverses méthodes géophysiques particulièrement, les enregistrements électriques et les diagraphies. L'analyse et l'interprétation de 160 enregistrements diagraphiques nous a permis de contraindre la distribution des corps sableux aquifères électriquement résistants.

Les faciès des réservoirs se distribuent en zones hautes et bassins hérités du Miocène. Ils s'organisent en plusieurs unités hydrogéologiques ayant des propriétés hydrauliques très variées, résultat d'une évolution tectono-sédimentaire récente synchrone aux événements tectoniques des rides sud-rifaines. Les aquifères du bassin du Gharb s'organisent en unités multicouches selon un rythme en quatre cycles régressifs/transgressifs dont l'empilement s'articule en deux méso-séquences régressives et transgressives.

Cette approche ouvre de nouvelles perspectives dans la connaissance des volumes des corps sableux et des aquitards, composantes nécessaires à tout travail de modélisation des systèmes multicouches.

Mots clés: diagraphie, aquitard, unités multicouches, hydrogéologie

La minéralisation des eaux de l'aquifère de la Chaouia côtière (Maroc): vulnérabilité face à l'intrusion marine

Saliha Najib ^{1,*}, Khalid Mehdi ¹, Joëlle Riss ², Adrian Grozavu ³, Iuliana Gabriela Breaban ²

¹Laboratoire de Géosciences Marines et Sciences du Sol, Université Chouaib Doukkali, Bd Jabran Khalil Jabran, BP 299, 24000 El Jadida, Maroc

²Département de Génie Civil et Environnement (I2M-GCE), Université Bordeaux 1, 16 Avenue Pey Berland 33607 Pessac cedex, France

³Département de Géographie, Université Alexandru Ion Cuza, Bulevardul Carol I, Nr.11, 700506 Iasi, Romania

* E-mail: salihanajib@yahoo.fr

L'importance économique des aquifères des littoraux est d'une grande actualité, mais leur utilisation est confrontée au problème de la dégradation. Pour les zones côtières marocaines, y inclus la zone de la Chaouia qui fait partie des zones subatlantiques marocaines qui s'étendent le long de la bordure de l'océan Atlantique entre Rabat et Essaouira, la préservation environnementale constitue un enjeu socio-économique actuel et futur de première importance. Ces zones ont été fragilisées en raison de diverses pressions qui s'y sont exercées et qui s'y exercent encore, notamment la surexploitation de la nappe à des fins agricoles et domestiques, l'usage intensif du sol et non raisonné des engrais ayant entraîné une baisse de la qualité des ressources hydriques souterraines. Ainsi la gestion et la protection de l'eau souterraine deviennent une priorité nationale.

Pour déterminer les mécanismes responsables de la minéralisation des eaux du système aquifère de la Chaouia Côtière (entre Bir Jdid au nord et Azemmour au sud), on a calculé pour l'ensemble des échantillons prélevés dans les puits de la région (campagne janvier 2012) les valeurs de la force ionique ainsi que les indices de saturation vis-à-vis des minéraux carbonatés et évaporitiques. Ces paramètres ont été calculés par le programme Wateq. Les points représentatifs des eaux souterraines de la zone d'étude se présentent sous forme d'un nuage de points qui ne montre aucune corrélation entre les ions Ca, HCO₃, Ca+Mg et les indices de saturation vis-à-vis des minéraux carbonatés (calcite, dolomie, aragonite et magnésite), ce qui s'explique probablement par l'absence de toute dissolution de ces minéraux.

Les indices de saturation (IS) des minéraux évaporitiques, tels que l'halite, le gypse et l'anhydrite sont négatifs indiquant un état de sous saturation. Ceci est confirmé par la corrélation établie entre l'IS de l'halite et les concentrations de Na+Cl des eaux du système aquifère de la Chaouia côtière qui montre une relation inversement proportionnelle confirmant la dissolution de l'halite. De même, une bonne corrélation est signalée entre (Ca+SO₄) et les indices de saturation vis-à-vis du gypse et de l'anhydrite, qui peut être due la dissolution de ces deux minéraux.

La vulnérabilité de la nappe côtière de la zone d'étude face à l'intrusion marine est calculée à partir de la méthode GALDIT, qui est une méthode spécifique pour caractériser la vulnérabilité des aquifères côtiers, basée sur six paramètres décrits par Chachadi et Lobo-Ferreira (2001).

Les résultats de l'étude montrent que la zone est vulnérable à très vulnérable à l'intrusion saline et, selon l'indice de GALDIT, au sud-ouest de la zone d'étude le biseau salé atteint 4300 m vers l'intérieur des terres par rapport à l'état actuel du niveau de la mer.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) des données physico-chimiques des eaux souterraines de la zone d'étude a donné deux classes: des eaux fortement minéralisées et des eaux moyennement minéralisées.

Référence

Chachadi A.G., Lobo-Ferreira J.P., 2001. Sea water intrusion vulnerability mapping of aquifers using GALDIT method. *Proc. Workshop Modeling in Hydrogeology*, Anna Univ., Chennai, India, 143-156.

Les potentialités en eau de surface en zone semi-aride et les contraintes pour leur mobilisation. Cas du Hodna, Algérie

Abdelmalek Nemouchi *

Laboratoire de recherche LASTERNE, Faculté des sciences de la terre, géographie et aménagement du territoire, Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

* E-mail : am_nemouchi@yahoo.fr

La gestion de l'eau en Algérie comme dans plusieurs pays méditerranéens est devenu un enjeu principal du développement économique et social. Cette situation est plus préoccupante dans les zones arides à semi arides plus qu'ailleurs. Ces dernières sont caractérisées par des précipitations faibles et irrégulières, le plus souvent sous forme d'averses de forte intensité, des températures élevées engendrant une forte évaporation, un déficit hydrique saisonnier chronique voire des sécheresses conjoncturelles imprévisibles.

Cette dynamique climatique engendre des écoulements tout aussi spécifiques à ce milieu, ils se caractérisent par leur indigence, leur irrégularité, et la prédominance des crues brèves et fortes. Ces dernières représentent un potentiel en eau important. Le comblement du déficit hydrique passe nécessairement par la mobilisation de ces excédents et leur restitution en période de besoin.

Dans le Hodna, région située dans les hautes plaines, et qui fait la jonction entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, cette mobilisation se fait par différentes méthodes où se conjuguent des systèmes traditionnels ancestraux (ceds), l'épandage des eaux de crues, la moyenne hydraulique (retenues collinaires) et barrage réservoir (k'sob).

Quel est l'impact de chacune de ces techniques sur la mobilisation des ressources en eau ? quels sont les avantages et les limites de chacune d'elles ? quelles perspectives futures pour une gestion rationnelle des eaux dans ce milieu en vu d'un développement durable ?

Mots clés: eau, endoréisme, mobilisation, déficit, évaporation, sédimentation

Entre excès et raretés, le Moyen Atlas marocain face à l'irrégularité aiguë des ressources en eau

Zeineddine Nouaceur¹, M'hamed Amyay^{2,*}, Imen Turki³, Benoit Laignel³

¹ UMR CNRS 6266, IDEES (Identité et Différenciation des Espaces, de l'Environnement et des Sociétés), Université de Rouen, Bat. IRED, 7 Rue Thomas Becket, 76821 Mont Saint Aignan, France

² Laboratoire d'Analyses Géo-Environnementales et Aménagement LAGEA, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sais-Fès, Université de Fès, BP 59, Route d'Immouzar, 30000 Fès, Maroc

³ UMR CNRS 6143, M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière) Université de Rouen, Bat. IRESE A, Place Emile Blondel, 76821 Mont Saint Aignan, France

* E-mail: Mhamedamyay@hotmail.com

Dans les conditions actuelles des changements climatiques globaux, l'Afrique du nord et le Maghreb observent ces dernières années des bouleversements sans précédent. Cette nouvelle tendance s'exprime par une hausse des températures confirmée dans plusieurs pays. Parallèlement à cette tendance, les pluies enregistrées dans cette zone du monde témoignent aussi d'un retour à une période plus humide et à une intensification des cycles climatiques. Ainsi, après les longues sécheresses observées dans les années 1980 et 1990, l'amorce de périodes excédentaires est notée dans toute la région. Les signes des changements s'avèrent encore plus significatifs avec les records de pluviométrie enregistrés pour les années 2008, 2009, 2010 dans la sous-région maghrébine (Maroc, Algérie). Qualifiées d'exceptionnelles et historiques, les pluies ont généreusement réalimenté les nappes phréatiques portant la marge de sécurité hydrique à près de deux années en eau potable et en eau destinée à l'irrigation. Le remplissage des barrages est lui aussi sans précédent et se chiffre à près de 80% au Maroc et à 72% en Algérie.

Le Moyen Atlas est la province hydrologique la plus importante à l'échelle du Maroc. Il assure, par le biais de nombreuses sources, la pérennité du régime des trois principaux cours d'eau du Maroc : Sebou, Moulouya et Oum Er Rbia. Il constitue avec le Sais les plus importants réservoirs d'eau souterraine du bassin de Sebou.

Ces ressources sont aujourd'hui sujettes à d'importants bouleversements. Les surfaces aquatiques des « dayets » ont connu ces dernières années un fort rétrécissement voir l'assèchement total à certaines périodes pour nombre d'entre elles. Le débit des sources a subi également un net recul, son ampleur et sa portée varient d'une zone à l'autre. Enfin, le niveau des nappes affiche aussi une même tendance déficitaire. Afin de cerner les enjeux majeurs de cette situation inédite, une étude de l'évolution des ressources en eau superficielle et souterraine est proposée.

L'analyse de la pluviométrie et des débits enregistrés dans les différentes stations pluviométriques et hydrologiques de la région d'étude vise à faire apparaître les principales fluctuations et la tendance générale qui a marqué plus de cinquante années de mesures. Cette analyse permettra de cerner la variabilité de la ressource et pourra nous permettre de dresser un constat de la situation actuelle dans cette région de moyenne montagne.

Mots clés : changement climatique, variabilité hydrologique et pluviométrique, bilan hydrique

Continued decreasing of flow of river Niger: a major challenge to integrated water resources management

Ibraheem A. Olomoda *

Water Resources Development, Niger Basin Authority, Niamey, Niger Republic

* E-mail: olomoda@abn.ne

River Niger which is the third largest transboundary river in Africa with a total length of about 4,200 km and a catchment area of about 2,100,000 km² covering 10 Countries namely Algeria, Benin, Burkina Faso, Cameroun, Cote d'Ivoire, Guinea, Mali, Niger, Nigeria and Tchad has now been reduced to an active catchment area of about 1,500,000 km² (without Algeria) as a result of the effect of climatic change and human activities which are also prompting the movement of the Sahara desert southwards towards the Atlantic ocean. The 9 remaining countries now covered by the Niger basin catchment area formed the Niger Basin Authority (NBA) in 1964 to among others ensure the use of river Niger water resources among the member countries in equitable manner. The river Benue is the major tributary of the river Niger which takes its sources from Cameroun, Tchad and Nigeria and its joined the main river at Lokoja in Nigeria before emptying into the Atlantic ocean in Nigeria.

Most of the flow of the main river Niger comes from Guinea and according to expert analyses, 40% to 50% of the flood flow is annually lost in the inland Delta in Mali as a result of area's flat terrain, high evaporation and infiltration. Also since the last 5 decades the river Niger has been experiencing series of hydrological and climatic changes which resulted into (i) continued low flow of river Niger causing reduction on reservoir storage, high water demands and low hydropower output; (ii) erosion and river siltation that is causing floods with its attendant loss of lives and properties; (iii) pollution, weed encroachment and increasing water borne diseases that are now ravaging the river and its ecosystems; (iv) increasing mortality rate, famine, poverty and high rate of migration to urban areas. This paper takes a critical analysis on the continued low flow and the challenges facing the management of the transboundary river.

Problématique des inondations transfrontalières. Etude des lâchers des barrages dans la Wilaya d'El Tarf, Algérie

Lahbassi Ouerdachi^{*}, Hamouda Boutaghane

Laboratoire d'Hydraulique et de Constructions Hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar,
23000, Annaba, Algérie

^{*} E-mail: ouerdach@univ-annaba.org

La frontière algéro-tunisienne est le siège de plusieurs aménagements hydrauliques. La construction de barrages-réservoirs, palliant aux irrégularités pluviométriques, le long de la frontière rentre dans le cadre de la stratégie de gestion des eaux transfrontalières. Les deux pays présentent une situation similaire au vu des efforts consentis. Ils sont caractérisés par un déséquilibre structurel entre le capital en eau et l'accroissement de la consommation. Les études ont été menées d'une manière localisée, projetées souvent sans concertation aucune. Le 24 février 2012, la région d'El Tarf a subi des pluies diluviennes. L'exceptionnelle pluviométrie enregistrée est la plus importante des 30 dernières années dans cette région. Afin d'éviter une catastrophe qui aurait eu de lourdes conséquences par rupture des barrages, un lâcher a été effectué sur les trois barrages de la région Cheffia, Mexa et Bougous. Le cumul des lâchers des trois barrages, a atteint les 200 millions de m³. Ce qui a engendré une situation particulière. La complexité des réseaux hydrologiques ne respectent pas les frontières. L'inondation exceptionnelle, aggravée par les lâchers des barrages, les a « franchi ». Les dégâts enregistrés le long de la frontière sont énormes : pertes de vies humaines, destruction d'infrastructure de base, perte de culture engendrant des protestations des deux cotés. L'analyse spatiale multicritère et les fonctionnalités des SIG nous a permis d'aboutir à une carte des risques à l'inondation sur la région transfrontalière en utilisant plusieurs scénarios avec et sans lâchers. C'est un résultat satisfaisant en comparaison avec la réalité terrain. L'importance de la quantification de ces eaux pluviales et la vulnérabilité des sites est nécessaire. Ce qui rend plus rigoureuse toute solution de lutte contre les inondations intégrant la projection des plans d'aménagements capables de faire face au déficit d'eau enregistré dans les deux pays. «Par nature, l'eau sert à éteindre les feux, pas à les allumer», rappelle ainsi Munther Haddadin. L'Algérie et la Tunisie n'ont pas d'autre choix que la coopération et la concertation pour tout aménagement transfrontalier.

Mots clés : risque, vulnérabilité, lâchers, inondation, barrage

Préservation du système oasien à travers une gestion durable des ressources en eau : cas de la plaine de Tafilalet

Hamid Ouhaddou *

Université Cadi Ayyad, Marrakech, 15 rue 317 Riad Salam, 80000 Agadir, Maroc

* E-mail : ouhaddou62@yahoo.fr

Le Tafilalet, sud-est du Maroc, est une zone semi-désertique. Cette vaste région connaît un grand problème d'eau, souci séculaire qui se pose avec le plus d'ampleur. L'eau provient des ressources mobilisées par des réseaux complexes, juxtaposés, souvent superposés. Premièrement, les eaux de surface comprenant de résurgences et sources, les eaux crues et les eaux du barrage Hassan Addakhil, et en deuxième lieu, les eaux souterraines extraites par les galeries drainantes (khattaras) et par les pompes. Dans le cadre d'une gouvernance provinciale, on perçoit une forte conciliation des modes de pensées contradictoires, d'une part une gestion intégrée des ressources, et d'autre part, une gestion participative. Les populations du Tafilalet se trouvent en apprentissage social dont la finalité serait le développement des aptitudes des sociétés, des institutions et des individus pour résoudre des problèmes de vie. En matière d'eau, cette quête passe par la concertation de tous les acteurs en vue d'une gestion efficace de l'eau, équitable, durable et permettant la résolution des conflits. De grands changements techniques ont bouleversé toutes les règles et relations autour de l'eau : le barrage Hassan Addakhil a bloqué les écoulements permanents et le mode de gestion relève plutôt de l'autorité centrale que de la participation. Ce qui suppose une ouverture d'un dialogue entre les services de l'Etat et les représentants des agriculteurs, pour imaginer un meilleur usage de ces ressources, et un lien avec la recharge des nappes. Cependant, la sécheresse récurrente qui sévit depuis trois décennies et les faibles lâchers du barrage Hassan Addakhil, ont considérablement réduit la recharge naturelle des nappes phréatiques. Pour pallier au manque d'eau, le recours au pompage s'est généralisé depuis les années 1980. Cette extension des pompes dans les terroirs pose un autre type d'évolution avec la concurrence et le risque d'épuisement. La question de la durabilité de ces systèmes oasiens se pose l'extension des systèmes irrigués (khattaras et station de pompage) révèle un besoin et une volonté des agriculteurs de mettre en valeur des surfaces plus importantes à partir de la même ressource disponible. L'introduction du goutte-à-goutte est présentée comme une possibilité technique, greffée au système khettara ancien, permettant d'économiser de l'eau. La réflexion sur toute action et l'intégration de tous les acteurs dans la prise de décision nous permettra de profiter des bienfaits de cette ressource précieuse pour un développement durable de la région.

Mots clés : Oasis, gestion sociale de l'eau, développement durable

Abattement de la matière organique (phénylalanine) par l'effet combiné sulfate d'aluminium/charbon actif en poudre. Effet des paramètres réactionnels

Samira Ounoki^{1,2,*}, Samia Achour¹

¹ Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine-LARHYSS, Faculté des sciences et de Technologie, Département de génie civil et hydraulique, Université de Biskra, BP 145 RP, 7000 Biskra, Algérie

² Département hydraulique et génie civil, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

* E-mail: Ouan_sam@yahoo.fr

L'objectif principal de la clarification dans une chaîne de traitement est l'élimination des MES qui provoquent une turbidité indésirable des eaux. La phase de clarification peut contenir les procédés de coagulation floculation, décantation ainsi que la filtration à travers des milieux poreux. Cependant, la coagulation floculation peut devenir très efficace vis-à-vis de l'abattement de la matière organique (SH, acides aminés, etc.) à condition de se placer dans des conditions optimales (pH, type et dose du coagulant, nature de la matière organique à éliminer) souvent différentes de celles exigées par l'élimination de la turbidité. Toutefois, la combinaison de deux procédés, la coagulation et l'adsorption, semble avoir une efficacité sur l'abattement de certains composés organiques tels que les substances humiques ainsi que les micropolluants organiques. Les acides aminés sont des micropolluants organiques dont leur présence dans l'eau peut altérer la qualité organoleptique de l'eau et gêner sa stabilité bactériologique dans le réseau de distribution.

Le but de notre travail consiste à étudier l'élimination de la phénylalanine qui est un acide aminé aromatique par combinaison sulfate d'aluminium/charbon actif en poudre dans l'eau distillée. L'influence de certains paramètres réactionnels tels que le pH et la concentration initiale en acide aminé sera également examinée.

Les résultats obtenus ont montré que la coagulation au sulfate d'aluminium seul ne peut éliminer qu'un faible pourcentage de la phénylalanine (26%). Par ailleurs, l'utilisation du charbon actif en poudre comme adjuvant avec le sulfate d'aluminium semble très efficace (90%). Le pH et la concentration initiale en phénylalanine ainsi que les doses du charbon actif en poudre influent sur l'évolution des rendements d'élimination de la phénylalanine.

Mots clés : sulfate d'aluminium, combinaison coagulant/adsorbants, pH, charbon actif en poudre, phénylalanine

Optimisation des conditions opératoires d'une colonne d'extraction pour le traitement d'une eau usée industrielle

Nawel Outili *, Mohamed Medjitna

Laboratoire de l'ingénierie des procédés de l'environnement, Département de chimie industrielle, Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

* E-mail: n_outili@yahoo.fr

L'extraction liquide-liquide est l'une des opérations unitaires utilisée pour la protection de l'environnement. Elle permet le traitement des eaux usées par élimination non seulement des métaux lourds mais aussi des différents acides organiques.

L'acide acétique est l'un des acides carboxyliques le plus répandu. Il est utilisé dans différentes réactions telle que la synthèse des esters acétiques, utilisée aussi comme solvant dans la fabrication d'acétate de cellulose ou de produits pharmaceutiques. Dans tous ces procédés, il peut être rejeté dans les eaux industrielles et peut être récupéré par extraction liquide-liquide en utilisant le méthyl isobutyl ketone (MIBK) comme solvant.

L'objectif de ce travail est une conception optimale de la colonne d'extraction à garnissage pour le traitement de l'eau usée industrielle et la récupération de l'acide acétique. L'optimisation des conditions opératoires est fonction de plusieurs facteurs tels que: capacité, efficacité et degré d'extraction.

Dans la pratique, chaque colonne possède une zone de bon fonctionnement ou communément appelée zone de sécurité, qui est délimitée par des problèmes d'engorgement, charge et taux de mouillage insuffisant ou excessif du garnissage. Ces dysfonctionnements peuvent entraîner des diminutions de l'efficacité jusqu'à l'arrêt même de la colonne, d'où des pertes notables en temps et en argent. De ce fait, des conditions optimales pour un maximum d'élimination du polluant doivent aussi assurer un bon fonctionnement.

Un programme MATHCAD a été développé. Les données d'entrée sont les propriétés physico-chimiques du système et les propriétés du garnissage qui varient (différents types et tailles de garnissage). Le programme élaboré est assez flexible et offre la possibilité de traiter des cas similaires (extraction d'autres polluants des eaux industrielles) en utilisant des colonnes à garnissage.

Les résultats obtenus recommandent des types et tailles de garnissage appropriés pour l'extraction de l'acide acétique d'une eau usée industrielle, avec un maximum d'efficacité en assurant une large zone de bon fonctionnement.

Mots clés: colonne à garnissage, extraction liquide-liquide, optimisation, récupération de l'acide acétique, traitement des eaux industrielles

Contribution à la reconnaissance de la structure de la zone nord côtière du bassin d'Essaouira par méthodes de sondages électriques et de tomographie électrique
Zakaria Ouzerbane ^{1,*}, Abdessamad Najine ², Tahar Aïfa ³, Abdellah El Hmaidi ¹, Ali Essahlaoui ¹

¹ Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

² Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Technologie, Université Sultan Moulay Slimane, BP 523, 23000 Béni Mellal, Maroc

³ Géosciences-Rennes, CNRS UMR6118, Université de Rennes 1, Bat.15, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France

* E-mail: ouzerbanegeophy@gmail.com

Les ressources en eau du bassin d'Essaouira sont en cours de destockage notamment celles des aquifères superficiels. L'utilisation des eaux des aquifères profonds nécessite une connaissance approfondie des caractéristiques géo-électriques des formations perméables. Pour cela nous avons utilisé la prospection électrique pour comprendre la stratigraphie et la structure géologique du bassin.

Le programme d'acquisition des données a comporté la mise en œuvre de 29 sondages électriques et 4 sections de résistivité. L'acquisition des données a été suivie par l'établissement de courbes et de coupes géo-électriques sur lesquelles sont indiqués les couches avec leurs résistivités, épaisseurs et profondeurs.

La mise en parallèle de l'ensemble des données acquises a permis d'avoir une vision d'ensemble de la variation de la résistivité en direction EW et NS à travers la zone couverte par les mesures. Les quatre profils ont été placés au regard des puits hydrogéologiques afin de mieux clarifier la structure en subsurface à ces endroits. Compte tenu du fort contraste de résistivités entre les grès, les calcaires, les marnes et les argiles, la nature de ces structures a été mise en évidence. Les masses gréseuses apparaissent clairement sur les sections et se matérialisent sur le terrain par des reliefs dominants, séparés des terrains sus-jacents par des failles régionales de direction NE-SW. La structure de la région se trouve ainsi morcelée et fragmentée en lambeaux d'anticlinaux et de synclinaux de dimensions réduites par rapport à la partie ouest. Cette structure discontinue et plissée a favorisé la mise en place de diapirs d'importance inégale. Vers le nord du profil, on remarque que les structures morcelées ont cédé la place à des formes stratigraphiques plus monotones.

D'après ce qui précède, il apparaît que le bassin d'Essaouira se présente comme une vaste zone synclinale ouverte sur l'océan. Cette zone est affectée par plusieurs plissements et accidents qui permettent l'individualisation de nombreuses cuvettes synclinales. Il s'agit d'une succession d'anticlinaux et de synclinaux qui ont résulté de la combinaison des effets de la tectonique atlasique et du diapirisme. L'ensemble du bassin est fragmenté par d'importants accidents qui se prolongent sous la couverture et qui sont hérités de la phase tectonique hercynienne.

Le réservoir du Crétacé supérieur est de loin l'aquifère le plus important de par son extension et ses caractéristiques hydrodynamiques. Il constitue un système multicouche qui regroupe les calcaires

dolomitiques et dolomies du Sénonien, les calcaires fissurés et karstifiés du Turonien et les calcaires lumachelliques et marnes du Cénomanién. Ses propriétés aquifères sont liées à l'existence de discontinuités au sein de ces formations. Ces discontinuités sont représentées par les plans de stratifications S_0 (qui donnent parfois naissance à des sources), par la fracturation ($\parallel$ aux plans S_0) et aussi par le développement de phénomènes de karstification.

Nous avons montré ainsi que le système aquifère du Crétacé est formé par un assemblage de blocs surélevés et affaissés séparés par des failles. Celles-ci sont organisées selon trois directions majeures (NNE-SSW, NNW-SSE et EW), que l'on retrouve à l'échelle régionale et qui correspondent à la réactivation des failles profondes du socle hercynien (Souid, 1983 ; Medina, 1985, 1988, 1994 ; Laville et Piqué, 1991 ; Broughton et Trépanier, 1993 ; Hafid, 2000). Ces failles peuvent jouer un rôle de drain ou axe principal d'écoulement des eaux de la nappe au sein de ce système aquifère, comme elles peuvent constituer des barrières imperméables et empêcher donc tout écoulement.

Suite à cette configuration en blocs de l'aquifère, l'écoulement hydrodynamique de la nappe est discontinu. Il peut y avoir des interconnexions hydrodynamiques entre blocs voisins à la faveur notamment de ces failles conductrices.

Références

- Broughton, P., Trepanier, A., 1993. Hydrocarbon generation in the Essaouira Basin of western Morocco. *A.A.P.G. Bull.*, 77(6), 999-1015.
- Hafid, M., 2000. Triassic-early Liassic extensional systems and Tertiary inversion, Essaouira Basin (Morocco). *Marine and Petroleum Geology*, 17, 409-429.
- Laville, E., Piqué A., 1991. La distension crustale atlantique et atlasique au Maroc au début du Mésozoïque : le jeu des structures hercyniennes. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 162 (6), 1161-1171.
- Medina, F., 1985. Chronologie des phases et style tectonique dans le Haut Atlas occidental (Maroc). Garcia de Orta. *Série Geologia*, Lisboa, 8, ½, 43-53.
- Medina, F, 1988. Tilted-blocks pattern, paleostress orientation and amount of extension, related to Triassic early rifting of the central Atlantic in the Amezri area (Argana Basin, Morocco). *Tectonophysics*, 148, 229-233.
- Medina, F., 1994. Evolution structurale du Haut Atlas occidental et des régions voisines du Trias à l'actuel, dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique central et de la collision Afrique-Europe. *Thèse Univ. Mohamed V*, Rabat, 272p.
- Souid, A.K., 1983. Etude tectonique et microtectonique des injections du Trias du bassin d'Essaouira pendant les compressions alpines dans l'avant-pays atlantique (Maroc). *Thèse de 3ème cycle Univ. Montpellier*, France, 90p.

Contribution à la reconnaissance de la nappe éocène de la zone de transition entre la plaine du Tadla et le plateau des phosphates par méthodes géoélectriques

Fadwa Radouani ^{1,*}, Abdessamad Najine ¹, Tahar Aïfa ², Saïd Badrane ³

¹ Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Technologie, Université Sultan Moulay Slimane, BP 523, 23000 Béni Mellal, Maroc

² Géosciences-Rennes, CNRS UMR6118, Université de Rennes 1, Bat.15, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France

³ Laboratoire de Géophysique, CNRST, Rabat 8027, Maroc

* E-mail: fadwaradouani@yahoo.fr

Dans les pays arides, une préoccupation grandissante est liée à l'aménagement des espaces désertiques. La gestion de ces grands espaces passe par la mise en valeur des terres cultivables, l'exploration et l'utilisation des ressources en eau disponibles en particulier celles des nappes souterraines.

La présente étude s'intègre dans le cadre des études géophysiques entreprises dans la zone septentrionale de la plaine du Tadla en bordure du plateau des phosphates. Cette immense région du Maroc central, autrefois dénudée est devenue une zone agricole fertile depuis sa mise en valeur par l'installation d'un réseau d'irrigation. Elle s'est transformée actuellement en une région qui participe activement dans la production nationale. Néanmoins, ce développement est contrarié par une problématique qui se manifeste par la rareté et l'irrégularité des apports d'eaux superficielles. Ainsi, beaucoup d'efforts ont été déployés pour l'exploration des réservoirs souterrains. Ces réservoirs offrent une capacité de régularisation annuelle qui les rend précieuses pour assurer en toute sécurité un approvisionnement régulier. Leurs réserves permettent en outre de satisfaire des besoins saisonniers grâce à une surexploitation temporaire dans la mesure où la reconstitution est possible. Partant de ces considérations, une reconnaissance géophysique par méthodes géoélectriques du système aquifère du Tadla, en particulier sa formation éocène, pourrait constituer un jalon appréciable pouvant aider à mieux connaître sa structure et par conséquent son potentiel hydrique.

L'étude géophysique entreprise a commencé par quelques sondages électriques d'étalonnage sur des affleurements et au droit de certains forages. Par la suite, une vingtaine de sondages électriques a été effectuée dans la zone d'étude avec une longueur maximum de 2 km. Ces sondages ont été répartis sur l'ensemble de la zone d'étude en fonction du contexte géologique et des conditions de terrain. Deux profils de résistivité AB et CD totalisant une longueur de 145 km ont été également établis en utilisant les résultats des sondages électriques et d'autres mesures complémentaires. Ces deux profils sont orientés respectivement NW-SE et NE-SW et exécutés dans des zones considérées a priori comme plus avantageuses.

L'analyse de l'ensemble des résultats montre que d'un bout à l'autre de la région d'étude, les sondages électriques effectués ont généralement des allures mettant en évidence la superposition de plusieurs terrains de résistivités électriques différentes : (i) un recouvrement hétérogène de résistivité variable

allant de 25 à environ 350 Ohm.m ; (ii) un niveau conducteur de faible épaisseur ; (iii) une formation résistante d'épaisseur variable.

Le complexe hétérogène correspond au remplissage mio-plio-quaternaire. Son épaisseur est variable et augmente considérablement du nord vers le sud. Les résistivités très basses rencontrées en certaines stations (moins de 40 Ohm.m) sont significatives de passées argileuses imperméables ou d'une salinité élevée des eaux de la nappe. Les résistivités élevées sont au contraire caractéristiques de lentilles calcaires incorporées dans la masse alluvionnaire. La base de ce complexe est formée d'un horizon conducteur de faible épaisseur constituant le mur imperméable de la nappe mio-plio-quaternaire. Le niveau résistant correspond aux calcaires de la série phosphatée. L'analyse de l'ensemble des résultats montre que cette série est présente partout dans la zone prospectée. Son épaisseur est variable, elle fait une cinquantaine de mètres sur le plateau des phosphates puis elle s'épaissit considérablement vers le sud-ouest du bassin en particulier vers Dar Ouled Zidouh (Fig.1).

La carte des isobathes, établie à partir de l'interprétation des sondages électriques et des données de quelques forages profonds, montre que la profondeur du toit de l'Eocène croît de 0 m en bordure du plateau des phosphates à 400 m au pied de l'Atlas (Fig.2). On observe toutefois un axe NW-SE marqué par une zone de faible profondeur correspondant à un repli des terrains antérieurs. Cette structure, correspondant à une flexure, se traduit par une discontinuité géoélectrique sur les profils de résistivité. La limite plateau-bassin est marquée également par une flexure majeure orientée ENE-WSW. Ce système de flexure n'affecte pas la continuité lithostratigraphique entre le plateau des phosphates et le bassin du Tadla mais influe considérablement sur les propriétés hydrodynamiques de la nappe éocène.

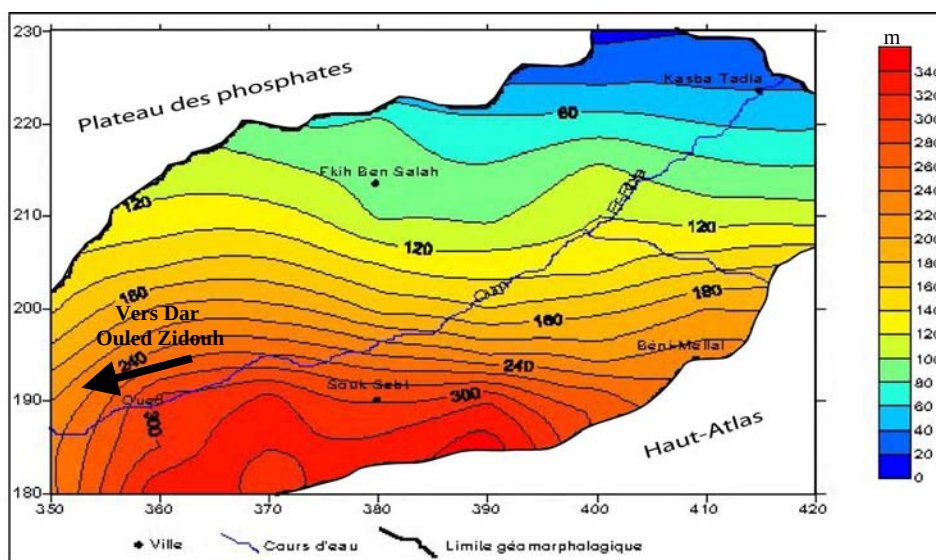


Fig.1. Carte des isopaques de la formation éocène du bassin de Tadla.

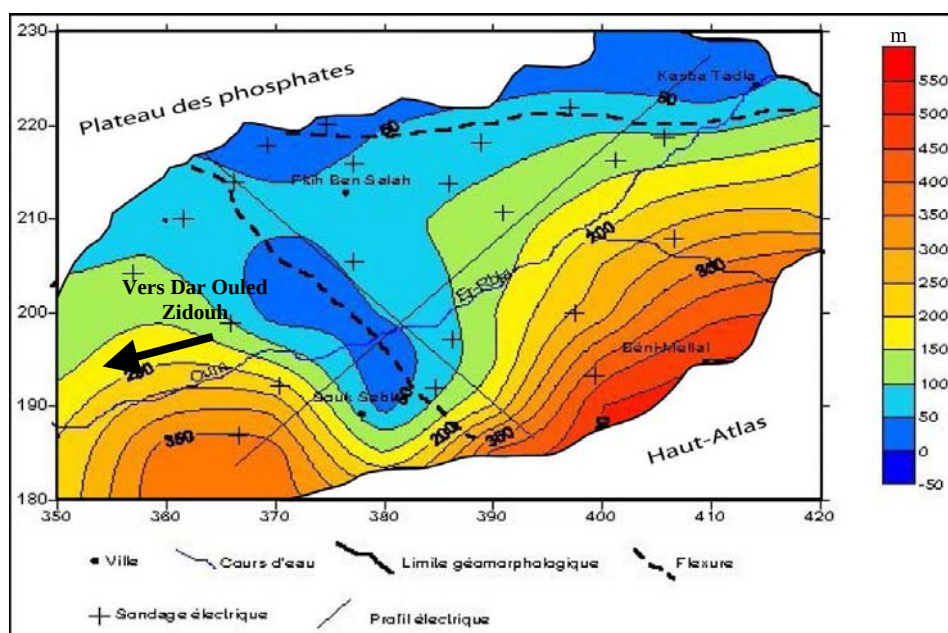


Fig.2. Carte des isobathes de la formation éocène du bassin de Tadla.

Etude de la dégradation des polluants au niveau des stations d'épuration et impact de la pollution sur l'environnement. Cas de la ville d'Annaba, nord-est algérien

Mohamed Riad Rahmaoui ^{1,*}, Amel Djedaoune ¹, Houria Kherici-Bousnoubra ²

¹ Laboratoire d'Hydraulique et de Constructions Hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

² Eau et environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences de la terre, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: rahmaoui_riad@yahoo.fr

Plusieurs études ont démontré l'importance de la pollution des rejets urbains en temps de pluie et leur impact sur le milieu naturel. Cette aggravation, qui ne peut s'expliquer uniquement par l'apport des eaux usées en temps sec, aussi pourrait être due à la remise en suspension des dépôts constitués dans le réseau ou encore à une différence de qualité des eaux de ruissellement entre les zones périurbaines où se situent généralement les réseaux d'assainissement et les centres villes drainés par des réseaux unitaires. Ce travail vise à mettre en place, au niveau du bassin versant urbain de la ville d'Annaba qui est drainé par un réseau d'assainissement anarchique, un dispositif expérimental permettant le suivi de la qualité des eaux urbaines aux différents niveaux du cycle de l'eau. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la partie du cycle de l'eau affectant le fonctionnement de la ville et affectée par l'urbanisation: ruissellement des eaux en surface, écoulements dans les systèmes artificiels (conduites, ouvrages spéciaux, canaux) vers les milieux naturels.

les paramètres d'analyses de la pollution ainsi que les paramètres physico-chimiques qui ont été utilisés sont DBO, DCO, MES, et pH, turbidité, conductivité, salinité, température, respectivement.

Ce travail poursuit l'étude des mécanismes de formation et de transfert de pollution dans le réseau d'assainissement unitaire et au niveau des stations de relevages de la ville d'Annaba.

Mots clés: rejets urbains, bassin versant, biostations, pollution des eaux usées, biodégradation des rejets urbains

واقع الموارد المائية و أساليب تدبيرها بالمناطق القاحلة وشبه القاحلة المغربية

" السفوح الجنوبية الشرقية نموذجا "

Farid Rahmouni ^{1,*}, Mohamed Laaouane ²

مختبر الدراسات الجيوبئية والتهئية

كلية الآداب والعلوم الانسانية سيدي محمد بن عبد الله فاس- سايس

* E-mail: rahmouni.777@gmail.com

تعتبر السفوح الجنوبية الشرقية [1] من أكثر المناطق إقحالا بالمغرب [2] وذلك بالنظر الى عدة اعتبارات بيومناحية تتمثل في كمية التساقطات المطرية التي لا تتعدى كمتوسط في أحسن الأحوال 160 ملم - يمكن أن تصل في بعض السنوات الجافة الى أقل من 30 ملم ببعض المحطات - و غطاء نباتي متدهور يتميز بسيادة النباتات الإلفجافة و بكثافة نباتية عامة تتراوح بين 0 و 30 بالمئة [3]

في ظل هذه الميزات الطبيعية القاسية تتبادر إلينا بشكل بديهي مسألة التزود بالماء و طرق تدبيره، وهي النقطة التي سيحاول العرض الإجابة عنها من خلال رصد أهم مصادر المياه و أساليب استغلالها.

يفرض الحديث عن مجال السفوح الجنوبية الشرقية التميز بين نمطين متباينين للحياة فمن جهة نجد النمط القار و المتمثل في حياة الإستقرار التي تجسدها القصور و الدواوير المنتشرة حول المنابع و مصادر المياه [5]، أما من جهة ثانية فنجد حياة الترحال التي لا زالت تعيشها العديد من القبائل الرعوية بالمنطقة والتي تعتمد على تنقلات و انتجاع يومي لقطعان الماشية [6] .

في هذا السياق سنحاول بلورة تصور حول أهمية الماء بهذه المنطقة القاحلة، سواء بالنسبة لنمط الحياة القارة التي تعتمد على بعض الزراعات المسقية بالعيون و مجاري المياه مع رصد أهم التحديات التي تواجهها، أو بالنسبة لنمط حياة الترحال التي تقوم على أساس عمليات انتجاع يومي بحثا عن عنصري الماء و الكلاً [7] .

لقد مكنت هذه الدراسة من الوقوف على النقاط التالية :

- استراتيجية عنصر الماء بهذا المجال إذ يعتبر عصب الحية و محور الأنشطة المزاولة بالمنطقة.
- هناك فرق واضح بين الإمكانيات المائية المتوفرة من جهة و بين حاجيات السكان المتزايدة.
- تزايد الضغط على الموارد المائية بالقصور و التجمعات السكانية و تحولها في كثير من الحالات الى صراعات قبلية و عائلية.
- الانتقال المتسارع من حياة الترحال الى حياة الإستقرار حول مصادر المياه وهو ما ينبئ باستنزاف خطير لهذه المصادر [8 - 9] .

1 - تضم هذه المنطقة الجماعات القروية لكورامة، تالسينت، بني تجيت، أنوال، بومريم ثم أخيرا بوعنان.

2 - T Jean-François , (2002) . Région, pays, territoire . Maroc. Larose & Ed. Maisonneuve , p 502 .

3 - ORMVAT (1994) . Etude socio-économique dans le cercle de Tadjit Bni et les communes rurales de Tadjit Bni . Gourrama , Guir , Boudnib , 305 p .

5 - M combe , (1977) . Ressources en eau au Maroc, Domaines Atlasique et sud atlasique. Note et mémoire . de service géologique du Maroc, Tome 3, 231 p .

6 - T Boutayeb , (2003) . Espace et société Agro-pastorale en mutation dans le Maroc oriental steppique, thèse et monographie » n° 5 p : Fès série .sais publication de la faculté des lettres et des sciences humaines

. 375

: L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. CIHEAMIAM (1987),Bourbouze A., Donadieu R - 7
.p 104 ,Montpellier

.Paris 156p .Larose Evil .et sédentaires au Maroc, Ed Nomade .(1919),nouvel S - 8

moyen » in dra Marocaine : le cas sahara vers une disparition rapide du nomadisme au » (1989) ,.M Jarir - 9
(France)N° 20 Tours .59-p : 4 .d'URBAMA cahiers .« « le nomade, l'oasis et la ville

Apport de l'hydrochimie isotopique et des éléments traces dans la détermination de l'origine de la salinité des eaux souterraines dans la plaine du Gharb, Maroc

Fatima Raibi ^{1,*}, Hamid Marah ¹, Omar Elfassi Fehri ², Bouchaib Magrane ², Saliha Elbouzidi ¹, Fouad Taous ¹, Adil El Yahyaoui ¹

¹ Centre National d'Énergie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP 1382, RP 1001, Rabat, Maroc

² Agence du Bassin Hydraulique de Sebou, BP 2101, Rue Abou Al Alae Al Maâri, 30000 Fès, Maroc

³ Direction régionale de l'Équipement du Gharb-Cherarda-Benhissen, Maroc

* E-mail: raibi@cnesten.org.ma

La plaine du Gharb abrite une nappe côtière qui montre une salinisation localisée dont les causes ne sont pas sûres. En tenant compte de la situation géographique, géologique et climatique de cette plaine, les origines de la salinité des eaux s'avèrent multiples: intrusion marine, mélange avec des saumures anciennes, dissolution des formations évaporitiques, mais aussi diverses sources anthropiques. Dans ce cadre et en considérant l'efficacité des techniques isotopiques (Payne, 1983; Aranyossy, 1988) et des éléments traces pour pallier à cette problématique, une étude des eaux souterraines de la plaine en utilisant l'hydrochimie, l'isotopie et les éléments traces a été effectuée. Pour ce faire, une soixantaine des échantillons ont été collectés sur l'ensemble de la plaine et en captant les trois nappes Gharb, Mnasra et Mâmora. Les échantillons ont fait l'objet d'analyses des éléments majeurs, des isotopes stables, du tritium et des éléments traces.

La caractérisation chimique des eaux montre que la minéralisation des eaux de la nappe du Gharb a deux origines. D'une part, elle est contrôlée par la géologie de l'aquifère et par conséquence la salinisation peut être liée à la dissolution des évaporites (gypse et halite). Et d'autre part par la contribution des eaux de mer. Ce dernier constat est confirmé également par le rapport des éléments majeurs Br/Cl et par les isotopes stables puisque certaines eaux de la nappe ont des teneurs qui s'alignent sur la droite de mélange avec le SMOW.

La corrélation entre l'oxygène-18, le deutérium et le bore comme élément trace a permis de déterminer avec précision les zones où la salinisation est d'origine marine et d'autres où elle est d'origine géologique. En plus la combinaison entre les éléments traces et les éléments majeurs a levé le voile sur une troisième origine majeure de la salinisation des eaux au niveau de la plaine du Gharb qui est le retour des eaux d'irrigation.

Le traçage isotopiques des eaux de la nappe du Gharb a montré que la recharge de l'aquifère est assurée préférentiellement par les pluies d'origine océanique via le diversement des nappes de Mâmora et Mnasra, avec une contribution appréciable des eaux de la nappe du pré-rif, les eaux de surface et le retour des eaux d'irrigation.

La distribution des activités tritium au sein de la même nappe confirme par ailleurs que les recharges sont récentes et s'effectuent selon une direction Sud-nord et Est-West.

Références

- Aranyossy, J.F., 1988. Estudio isotopico del acuífero La Yarada. Informe AIEA, TC PER/8/005, Vienna.
- Benasser, L., Fehkaouf, M., Benoit-Guyod, J.L., Merlin, G., 1997. Influence de la marée sur la qualité des eaux du bas Sebou soumis au rejets de la plaine du Gharb (Maroc). *Wat. Res.*, 31(4), 859-867.
- Payne, B., 1983. Groundwater salinization. In: *Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology*, 351-357. IAEA TR series 91, IAEA, Vienna, Austria.

Caractérisation hydrogéochimique et isotopique des eaux de surface et souterraines des bassins Rhéraya, Ourika et Zat du bassin versant de Tensift, Maroc

**Fatima Raibi ^{1,*}, Hind Haddani ², Hamid Marah ¹, Abdelfattah Benkaddour ²,
Lahoucine Hanich ², Tibari El Ghali ¹, Saliha Elbouzidi ¹, Mohammed Chtioui ³,
Abdelghani Chehbouni ⁴**

¹ Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP 1382, RP 1001, Rabat, Maroc

² Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech (FST), av. A. Khattabi, BP 549, Marrakech, Maroc

³ Agence du bassin hydraulique du Tensift (ABHT), Marrakech, Maroc

⁴ Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO), 18 Av. Edouard Belin BPI 280, Toulouse cedex 4, France

* E-mail: raibi@cnesten.org.ma

Le bassin versant de Tensift est l'un des plus importants bassins hydrogéologiques au Maroc. Il englobe la plaine du Haouz et deux chaînes de montagnes, les Jbilet et le Haut Atlas. L'assemblage de ces différents reliefs au sein de ce bassin lui donnent une structure géologique, climatique, et géographique assez complexe. En plus l'exploitation des ressources en eaux devient de plus en plus intense. De ce fait une étude pour l'évaluation et la gestion de ces ressources se révèle très intéressante.

Le présent travail s'intéresse donc à mettre en pratique les outils hydrochimiques et isotopiques pour comprendre le fonctionnement hydrogéologique des bassins versant Ourika, Rhéraya et Zat, afin de déterminer : les mécanismes d'acquisition de la minéralisation par les eaux souterraines, les zones de recharge, et le temps de résidence des eaux dans les différentes formations aquifères. Deux campagnes de mesures et d'échantillonnages des eaux souterraines et des eaux de surfaces ont été effectuées au niveau des cours d'eau drainant les bassins et au niveau des points de captage des eaux souterraines (puits, forages, sources) qui couvrent les bassins de l'amont vers l'aval. Les échantillons ont fait l'objet d'analyses chimiques pour le dosage des éléments majeurs, des mesures des isotopes stables, et des mesures de tritium.

La caractérisation hydrogéochimique et isotopique des eaux de surface et des eaux souterraines de ces trois bassins a permis de comprendre leur fonctionnement.

Concernant le bassin de Rhéraya, les eaux semblent prendre leurs origines en hautes altitudes dans un contexte géologique où les eaux présentent une minéralisation faible et circulent rapidement à travers des formations fissurées. Au cours de leur circulation vers l'aval, les eaux traversent des formations triasiques salifères où les eaux acquièrent un surplus de minéralisation. Les analyses isotopiques des eaux souterraines ont montrés le brassage et l'infiltration rapide des eaux à des altitudes de 2400 à 2800 m à travers un réseau fissural.

Le bassin d'Ourika présente un fonctionnement hydrologique proche de celui de Rhéraya. Les eaux dans ce bassin prennent également leur origine en hautes altitudes. Au fur et à mesure que les eaux

circulent vers l'aval, elles traversent des formations détritiques d'où elles acquièrent une minéralisation plus importante. A des altitudes variantes entre 2200 et 2700 m les eaux se mélangent avant d'être infiltrées via des formations fissurées.

Le bassin de Zat apparaît légèrement différent des deux bassins précédemment étudiés. Les eaux prennent leur origine dans les hautes altitudes à environ 1700 et 2600 m sur deux formations différentes, d'où la variation de la minéralisation des eaux et l'individualisation de deux groupes d'eau en fonctions du trajet traversé.

Les teneurs en tritium des eaux du bassin de Zat montre l'individualisation des eaux récentes témoignant une recharge actuelle, d'autres d'âge plus ancien retenues dans des formations détritiques secondaires et enfin des eaux qui présentent un mélange des eaux anciennes et des eaux récentes.

Etude du transfert du cadmium dans les suspensions aqueuses des environnements marin et estuarien

Bouchra Ramzi^{1,2,*}, Abdelmourhit Laissaoui¹, Mohamed Ebn Touhami², Rachid El Mrabet¹, Tahar Elkhouchi¹, Nazha Fatimi¹

¹ Centre National de l'Energie, des Sciences et des Techniques Nucléaires (CNESTEN), BP1382 RP, 10001 Rabat, Maroc

² Laboratoire de Matériaux, Electrochimie et Environnement, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 242, 14000 Kenitra, Maroc

* E-mail: ramzi@cnesten.org.ma

Du fait de leur position réceptacle des eaux de rejets fortement urbanisées et industrialisées, les environnements marin et estuarien au Maroc sont le siège d'une contamination importante par certains éléments traces métalliques.

L'objectif de ce travail est l'étude du processus d'échange à l'interface eau/particule décrivant le comportement du Cadmium dans des écosystèmes assez divers et complexes que sont les milieux marin et estuaire. En effet, on s'est spécifiquement intéressé à l'étude de la cinétique d'adsorption du Cadmium dans les suspensions aqueuses de la zone côtière de *Jorf Lasfar* et de *l'estuaire de Sebou*.

Pour mener à bien cet objectif, on s'est appuyé sur les données disponibles dans la littérature concernant les processus régissant le transfert des métaux (Eisma, 1993 ; Abril, 1998 ; Ciffroy et al., 2001) ainsi que leur description par les modèles à compartiments (Nyffeler et al., 1984 ; Jannasch et al., 1988 ; Benes et Cernik, 1992). Par ailleurs, on a bâti et mis en œuvre des expériences de sorption au laboratoire basées sur l'utilisation d'un traceur chimique (étalon Cd) dans les échantillons naturels des deux sites étudiés. Parallèlement à ces expériences, une caractérisation des phases dissoutes est réalisée dans le but de déterminer les variables des milieux pouvant contrôler ce processus.

Ainsi, les résultats ont mis en évidence deux comportements tout à fait différents du transfert du Cd entre l'eau et les particules en suspensions dans l'eau marine et l'eau estuarienne. En effet, dans le cas de la suspension aqueuse estuarienne, on a observé une décroissance de la concentration du Cd dans la phase dissoute qui a mené le processus adsorption/désorption à un état d'équilibre permanent. Par contre, pour la suspension marine, on a assisté à un comportement inattendu qui consiste en deux processus indépendants, le premier qui a duré une trentaine de minutes était une réaction de transfert du Cd vers les particules et le deuxième consiste en une réaction de désorption. On a adopté, pour le transfert en eau marine, le modèle à deux compartiments tant pour le processus adsorption que pour celui de la désorption. Pour le transfert du Cd en eau estuarienne, on a appliqué avec succès le modèle à trois compartiments en tenant compte de deux réactions réversibles : parallèles et consécutives.

Références

Abril, J.M., 1998. Basic microscopic theory of the uptake kinetics, transfer and distribution of dissolved radionuclides by suspended matter. Part I: theory development. *Journal of Environmental*

Radioactivity, 41(3), 307-324.

Benes, P., Cernik, M., 1992. Kinetics of radionuclides interaction with suspended solids in modeling the migration of radionuclides in rivers II: Effect of concentration of the solids and temperature. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 159 (2), 187-200.

Ciffroy, P., Garnier, J.M., Pham, M.K., 2001. Kinetics of the adsorption and desorption of radionuclides of Co, Mn, Cs, Fe, Ag and Cd in freshwater systems: experimental and modelling approaches. *Journal of Environmental Radioactivity*, 55, 71-91.

Eisma, D., 1993. *Suspended Matter in the Aquatic Environment*. Springer, Berlin, Heidelberg, ISBN 0-387-55825-X.

Jannasch, H.W., Honeyman, B.D., Balistrieri, L.S., Murry, J.W., 1988. Kinetics of trace element uptake by marine particles. *Geochemica & Cosmochimica Acta*, 52, 567-577.

Nyffeler, U.P., Li, Y.H., Santshi, P.H., 1984. Kinetic approach to describe trace-element distribution between particles and solution in naturel aquatic systems. *Geochemica & Cosmochimica Acta*, 48 , 1513-1522.

Effet combine du stress salin et de la bentonite sur les caractéristiques physiologiques et chimiques de la fève (*Vicia faba* L.)

Yssaad Reguieg^{*}, Abdelhakim Houcine, Tayeb Nouri, Laid Bessafi

Laboratoire de la biodiversité et conservation des eaux et des sols, Université de Mostaganem, Algérie

^{*} E-mail: reguiegyha@yahoo.fr

La salinité constitue un problème majeur à l'équilibre écologique et au développement de l'agriculture dans le monde entier, particulièrement le bassin méditerranéen et l'Afrique du nord. Ce phénomène est considéré comme un facteur abiotique le plus important limitant la croissance et la productivité de plantes cultivées, dégradant et polluant les sols dans les zones arides et semi-arides. L'étude a été menée sur deux variétés de fève *Vicia faba* L. (*Semilla violeta* L. et *Reine mora* L.). Le semis a été effectué dans des pots en plastique de 1 kg avec un diamètre de 15 cm. Le gravier a été déposé sous le substrat sol de chaque pot afin d'assurer un bon drainage. Le substrat sableux a été soumis à des doses de bentonite de 3, 5, 7, et 10%. La plante âgée de six semaines a été stressée à des doses de sels (NaCl, MgCl₂ et MgSO₄) de 20, 40 et 60 mMol.L⁻¹. L'objectif de notre travail est d'étudier l'influence des quelques doses de bentonite, associées à des contraintes abiotiques de salinité sur les paramètres physiologiques et chimiques de la plante d'une espèce de légumineuses communément cultivée en Algérie, la fève *Vicia faba* L. Les résultats montrent que l'addition de 5% de bentonite améliore le taux et la durée de germination sous l'effet de la bentonite. L'action combinée de fortes doses salines (40 et 60 mMol.L⁻¹) et de la bentonite révèle une réduction de la teneur relative en eau et la teneur en potassium, contre une augmentation de la teneur en proline, le déficit en eau et le contenu en sodium. La croissance de la fève est importante dans les sols sableux amendés à 5% de bentonite.

Mots clés: bentonite, salinité, sol sableux, fève, variété, paramètres physiologiques et chimiques

Apport de SIG à l'étude de la vulnérabilité aux risques d'inondations dans le bassin versant de l'Oued Boufekrane

Abdelaziz Rhazi *, Ali Essahlaoui

Groupe de recherche « Sciences de l'eau et Ingénierie de l'Environnement », Laboratoire de Géo-Ingénierie et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université My Ismaïl, BP 11201 Zitoune, 50000 Meknès, Maroc

* E-mail: azirhazi@gmail.com

Les zones urbaines sont les plus vulnérables aux inondations surtout celles longeant les cours d'eau ou même celles situées sur les lits majeurs des oueds et vallées notamment la vallée de l'Oued Boufekrane. Les points singuliers d'écoulement constituent également des zones à risque d'inondation et le lieu où les eaux quittent leurs lits naturels. Le fait que la ville de Meknès est traversée surtout par l'Oued Boufekrane, cela la pousse à être quasi-permanent exposée aux risques d'inondations, d'où l'on comprend la vulnérabilité du site.

La complexité accrue au niveau de la gestion et de la prévention des risques naturels urbains (Beucher et al., 2008; Wade et al., 2008) notamment les inondations; le mitage urbain des zones non aedificandi « zones interdites à la construction ». Cet état de fait nous renvoie à nous interroger sur l'identification et la représentation des risques naturels dans la ville de Meknès, aussi à chercher leurs modes d'évaluation tout en tenant compte de leurs interactions.

L'objectif de ce travail étant de mettre en évidence le milieu urbain à travers cette étude de cas et d'apporter une plus value à la gestion et à l'aménagement du territoire, de faire le diagnostic de la situation des risques encourus et de proposer des projets d'aménagement intégrés du bassin versant de l'Oued Boufekrane qui menace les centres urbains, l'agglomération de Meknès et ses infrastructures tout en se basant sur l'établissement d'une carte des zones à risques liées aux inondations. Par ailleurs, l'élaboration d'un plan de prévention et de prévision de risques « PPPR » est nécessaire.

Pour ce faire, on a adopté une démarche faisant appel au recueil et au croisement des données cartographiques et d'imagerie satellitaire ainsi qu'aux différentes données collectées par le biais d'outils permettant de servir l'aménagement des territoires dont les fonctionnalités logicielles offrant fort probablement une meilleure visualisation et modélisation des espaces urbains notamment ArcGis, Erdas Imagine et HEC-HMS et de réfléchir sur les possibilités de leurs aménagements et de faire surtout de la prospective territoriale des risques liés aux inondations.

Dans ce genre d'étude, plusieurs approches méthodologiques de cartographie des zones inondables sont adoptées à savoir : historique; hydrogéomorphologique, et hydraulique et modélisation.

L'approche historique consiste en la réalisation des enquêtes de terrain investissant les événements hydrologiques remarquables.

L'approche hydrogéomorphologique a été réalisée suite à l'analyse spatiale à base de modèle numérique de terrain (MNT). Ceci nous a permis une visualisation presque réelle de l'allure ou de la topographie de l'aire d'étude. Les différentes cartes obtenues de pentes et de leurs orientations ainsi que la carte relative au réseau hydrographique nous a permis de déterminer les cheminements des

cours d'eaux et leurs lieux d'accumulations, comme elles nous aident à situer les zones urbaines sensibles et vulnérables aux risques d'inondations. Quant à l'évolution chronologique de l'extension urbaine, elle montre bien que les risques d'inondations sont essentiellement aggravés par les facteurs anthropiques.

En plus, La carte du réseau hydrographique permet d'analyser les comportements des eaux à l'intérieur du bassin versant de l'Oued Boufekrane ou à l'intérieur de ses bassins élémentaires et de calculer les temps de concentration à travers un bassin versant théorique capable de définir des paramètres de contrôle de la simulation, de créer et exécuter une simulation et de visualiser les résultats.

Grâce aux extensions offertes par l'outil SIG, nous avons pu déterminer des zones tampons «zones Buffer » aux alentours de l'Oued Boufekrane à des distances de 100 m et de 500 m. Ce qui nous a permis de situer les zones urbaines sensibles et vulnérables aux risques d'inondations.

Enfin, l'approche hydraulique et modélisation seront faites à l'aide du logiciel HEC-HMS (AQUAVEO, 2011) en exploitant les paramètres du BV. Cette approche, nous permettra de simuler numériquement des crues hypothétiques, permettant de caractériser l'aléa dans l'espace - temps.

Mots clés : SIG, Télédétection, MNT, risque d'inondations, gestion et prévention

Références

- Beucher S., Reghezza-Zitt M., 2008. Gérer le risque dans une métropole : le système français face à l'inondation dans l'agglomération parisienne. *Numéro thématique : inondation en milieu urbains et péri-urbains*, 2, 1-10
- Wade S., Rudant J.P., Ba K., Ndoeye B., 2008. Télédétection et gestion des catastrophe naturelles, application à l'étude des inondations urbaines de Saint Louis et du ravinement lié à l'érosion à Nioro du Rip (Sénégal). *Revue Télédétection*, 8(3), 203-210
- AQUAVEO, 2011. Hydrauliques et modélisation des plaines inondables - Délinéation des plaines inondables, Tutorial HEC-RAS, 16p.

Etudes expérimentales du traitement des eaux usées domestiques. Analyses des performances épuratoire de la STEP de Boukhalef, Tanger

Ikram Rhiate Moufouad *, Driss Belghyti, Khadija Elkharrim

Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133,
14000 Kenitra, Maroc

* E-mail : ikram_rhiate@hotmail.fr

Le développement des activités humaines au Maroc comme le cas de nombreux pays sont l'origine des rejets importants et variés transformant notre environnement naturel et surtout aquatique en un vaste égout induisant ainsi de sérieux dégâts.

L'objectif principal de cette étude est de caractériser les eaux usées brutes, évaluer les performances épuratoires et l'impact environnemental de la STEP de la ville de Tanger, réduisant ainsi les nuisances que subit le milieu récepteur et de remédier aussi à la perte de cette source hydrique en matières valorisables. Dans le souci de réduire le flux des polluants présents dans les eaux usées urbaines, une étude approfondie a été entreprise au niveau de la station d'épuration de la ville de Tanger.

Cette étude a permis d'interpréter plusieurs paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées tels que : MES, DCO, DBO5, nitrates et nitrites.

La caractérisation physico-chimique des eaux usées de la STEP de Boukhalef, Tanger durant la période du stage a permis d'apprécier la propriété des effluents urbains étudiés et d'apprécier le degré de pollution des différents rejets. Ces rejets liquides sont à caractère mixte DCO/DBO5 < 2,5. On peut dire que l'effluent est facilement biodégradable, un traitement par boue activée devant être capable d'éliminer l'essentiel de la pollution.

Les faibles teneurs de l'oxygénation au niveau des bassins d'aération sont dues aux problèmes techniques qui attaquent les turbines, et à la présence de la mousse d'origine de l'industrie textile.

Mots clés : eaux usées, analyses, traitement, STEP, Tanger

Qualité de l'eau, urbanisme et santé : une trilogie pour lutter contre la pauvreté

Rofaida Saad-Hellal ^{1,*}, Lamri Tedjar ², Nacer Djirar ³, Hadda Sebihi ³, Bou Abd Allah Mohamed Akram ³

¹Département de biologie végétale et environnement, Faculté de Biologie, Université des Sciences technologiques Houari Boumediene USTHB, BP 32, El Alia, 16111 Alger, Algérie

² Faculté de médecine, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

³Département de Biologie, Facultés des SNV, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

* E-mail : rsh_environnement@hotmail.fr

Depuis 4,4 milliards d'années, la quantité d'eau sur la Terre n'a pas varié. Cependant, les échanges sont permanents entre les quatre grands réservoirs d'eau de notre planète que sont les océans, les eaux continentales, l'atmosphère et la biosphère. L'eau se renouvelle donc dans un cycle sans fin qui fonctionne grâce à l'énergie du Soleil. Mais les réserves d'eau douce restent limitées et il convient de ne pas les gaspiller. L'eau est un bien précieux inégalement répartie autour du globe et bien que, globalement, il y ait suffisamment d'eau pour tous les habitants de la Terre, certains coins du monde, notamment en Afrique, manquent d'eau. Mais surtout, l'eau n'est pas inépuisable... Alors pour éviter que la source ne se tarisse, apprenons les gestes qui vont éviter la pollution de l'eau et la préserver.

Partout dans le monde, les phénomènes de pollution font l'objet de programmes de surveillance, d'études et de recherches, compte tenu des risques qu'ils présentent pour la santé et l'environnement. Les réseaux d'alimentation en eau potable et ceux des eaux usées provoquent parfois la contamination de l'eau potable et entraînent des Maladies à Transmission Hydrique (MTH). Les eaux usées sont souvent rejetées directement en mer sans subir de traitement préalable, contaminant les eaux marines et mettant en danger la faune marine. Ce qui finira par atteindre l'homme à travers la chaîne alimentaire. De même, des eaux industrielles contenant des substances toxiques et des métaux lourds sont rejetées dans le réseau des eaux usées domestiques et aboutissent à la mer. Périodiquement, des maladies de peau ou des yeux, affectent les baigneurs durant la période estivale. Les eaux de surface et les eaux souterraines ont atteint un seuil de pollution alarmant au regard des normes internationales. Les eaux d'irrigation drainent les nitrates dans les nappes souterraines dont les eaux sont utilisées pour la consommation humaine. La nitrification des eaux est à l'origine de maladies dangereuses qui affectent particulièrement les enfants en bas âge. En somme, on subit de plein fouet une pollution qui affecte l'eau que nous buvons et le sol d'où nous tirons nos aliments. Cette pollution s'intensifie avec l'expansion démographique et l'extension urbaine créant une pression de plus en plus forte en matière de ressources, d'énergie, de transport, de sol et de production de déchets. Des études, à caractère national ou international, ont été menées en Algérie pour diagnostiquer cette pollution, sans pour autant que des actions pratiques et permanentes sur le terrain soient prises pour l'enrayer ou la réduire. Le corps médical est concerné à plus d'un titre : d'abord au niveau de l'acquisition des connaissances et des informations propres à ce domaine et d'autre part dans la prise en compte des facteurs de pollution au niveau du diagnostic médical.

Mots clés : environnement, eau, santé, pollution, urbanisme.

Flash floods simulation using a physical based hydrological model at the eastern Nile Basin. Case studies: Wadi Assiut, Egypt and Wadi Gumara, Lake Tana, Ethiopia

Mohamed Saber ^{*}, Ahmed Sefelnasr

Geology Department, Faculty of Science, Assiut University, 71516 Assiut, Egypt

^{*} E-mail: msaber_75@yahoo.com

Flash flood is a natural hydrological phenomenon which affects many regions of the world. The behavior and effect of this phenomenon is different from one region to the others depending on several issues such as climatology and hydrological and topographical conditions. Wadi Assiut, Egypt as arid environment, and Gumara catchment, Lake Tana, Ethiopia, as humid condition have been selected for the application. The main target of this work is to simulate flash floods at both catchments considering the difference between them on the flash flood behaviors based on the variability of both of them in climate, hydrology and topography. In order to simulate the flash floods, remote sensing data and a physical-based distributed hydrological model, Hydro-BEAM-WaS (Hydrological River Basin Environmental Assessment Model incorporating Wadi System) have been integrated in this work. Based on the simulation results of flash floods in these regions, it was found that the time to reach the maximum peak is very short and consequently the warning time is very short as well. It was found that the flash floods starts from zero flow in arid environment, but on the contrary in humid arid, it starts from Base flow which is changeable based on the simulated events. Distribution maps of flash floods showing the vulnerable regions of the flash floods at these selected areas have been developed. Consequently, some mitigation strategies relying on this study have been introduced. The proposed methodology can be applied effectively for flash flood forecasting at different arid regions as well as humid regions, however the paucity of observational data.

Keywords: flash floods, humid regions, physical based models, arid regions, simulation, mitigation

Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem, Maroc

**Sanae Sadek ^{1,*}, Khadija Elkharrim ¹, Abderrazak Khadmaoui ², Mohamed Guissouss ³,
Fatima Benelharkati ¹, Mina Elmarkhi ¹, Driss Belghyti ¹**

¹ Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Laboratoire de Génétique et Biométrie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail de Kenitra, , BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

³ Laboratoire d'épidémiologie et l'hygiène du milieu, l'hôpital provincial, Sidi kacem, Maroc

* E-mail: sadek_sanae@hotmail.fr

Le présent travail s'incère dans le cadre de l'étude de l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux usées de l'hôpital provincial de sidi kacem. Cette étude a été réalisée en deux volets: (i) évaluation de la qualité physico-chimique des eaux usées de l'hôpital; (ii) répartition des germes indicateurs de la pollution microbienne.

Les analyses physico-chimiques effectuées HPSK montrent qu'il ya une fluctuation plus au moins importante de certains paramètres (DBO5, MES, Conductivité électrique, salinité et oxydo-redox). Notre étude a donné une estimation sur la charge bactérienne des eaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem. Les valeurs des coliformes totaux et fécaux et streptocoques fécaux montrent aussi une forte contamination fécale. En générale, les valeurs obtenues sont supérieures aux normes de qualité des eaux recommandées par l'OMS et le CNS (1994).

Au terme de ce travail de recherche, il s'est avéré que les eaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem sont de qualité mauvaise à très mauvaise. Nous espérons donc, à la lumière des résultats fournis par notre étude, avoir suscité une véritable prise de conscience des autorités compétentes sur la nécessité de conscience des autorités compétentes sur la nécessité de développer dans la région des ouvrages destinés au traitement des eaux usées.

Mots clés : eaux usées, pollution physico-chimique, bactériologique, hôpital Sidi Kacem

Les effluents liquides hospitaliers et leur impact sur l'environnement, Sidi Kacem, Maroc

**Sanae Sadek ^{1,*}, Khadija Elkharrim ¹, Abderrazak Khadmaoui ², Mohamed Guissouss ³,
Fatima Benelharkati ¹, Mina Elmarkhi ¹, Driss Belghyti ¹**

¹ Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

² Laboratoire de Génétique et Biométrie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl de Kenitra, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

³ Laboratoire d'épidémiologie et l'hygiène du milieu, l'hôpital provincial, Sidi kacem, Maroc
* E-mail: sadek_sanae@hotmail.fr

Les établissements de soins utilisent pour leurs activités de soins et d'hygiène de grands volumes d'eau qui se trouvent ensuite rejetés, chargés de micro-organismes dont certains sont multi résistants et de produits chimiques souvent toxiques.

Dans le but d'évaluer l'état de pollution des eaux générées par l'activité de hôpital provincial de Sidi Kacem, notre étude est axée sur la détermination des paramètres microbiologiques relatifs à la qualité de ces eaux. Cette étude a porté sur trois périodes 9h, 12h, 18h pendant les mois de février, mars et avril sur le collecteur général des eaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem.

Les résultats obtenus montrent que les eaux usées de l'hôpital sont chargées en coliformes fécaux, totaux et streptocoques fécaux. Les valeurs moyennes détectées oscillent entre $40,10.10^6$ UFC/mL pour les coliforme Totaux, $22,22.10^6$ UFC/mL pour les coliforme fécaux et de $12,33.10^6$ UFC/mL pour les streptocoques fécaux. On remarque aussi que durant l'étude le rapport CF/SF est supérieure à 1. Ceci montre une contamination d'origine animale des eaux usées. Les principales sources environnementales de contamination par ces coliformes fécaux, totaux et streptocoques fécaux sont des déchets de cuisine et de contamination fécal. Cette contamination par les coliformes fécaux, totaux et streptocoques fécaux peut constituer un risque de contamination des eaux de l'Oued R'Dom et un danger pour la santé.

Mots clés : eaux usées, bactériologie, coliformes fécaux, coliformes totaux, streptocoque fécaux, hôpital Sidi Kacem

Réduction de l'évaporation dans les retenues par les monocouches : premières expériences au Sahara algérien

Sofiane Saggai^{1,*}, Djamel Boutoutaou¹, Oum Elkheir Bachi^{2,3}, Dalila Benlarbi¹

¹ Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones arides, Faculté des Sciences et de la Technologie et des Sciences de la Matière, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

² Laboratoire des Bio-ressources sahariennes : préservation et valorisation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

³ Centre de Recherche Scientifique et Technique dans les Régions Arides, Station milieu biophysique, Touggourt, Algérie

* E-mails: sofianeaero@yahoo.fr , Saggai.so@univ-ouargla.dz

Les eaux des retenues (barrage, grands bassins de stockage, etc.) dans le Sahara algérien souffrent de pertes dues à l'infiltration des eaux et/ou à son évaporation.

Les pertes par évaporation sont les plus importantes. Elles sont la conséquence de la réunion des paramètres météorologiques favorisant ce phénomène (hautes températures, vents chauds et secs et insolation).

La présente étude consiste à présenter une synthèse de deux travaux effectués au niveau de la région de Ouargla (Sahara septentrional) sur la réduction de l'évaporation par le moyen de substances chimiques qui forment une pellicule sur la surface de l'eau.

Pour cela un dispositif expérimental composé de bacs de type Colorado partiellement enterrés remplis à 80% d'eau a été adopté. Parmi ces bacs il y a un seul qui n'est pas couvert par une pellicule et il est considéré comme bac témoin (de référence).

Les résultats obtenus ont permis d'enregistrer des taux de réduction qui varient entre 24% et 30% selon la substance utilisée (octadecanol et mélange d'hexadecanol et d'octadecanol) et la durée entre deux applications (3, 5 et 9 jours).

Mots clés : eau, évaporation, pellicule, alcool, Sahara

Les crues dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie. Cas des bassins versants d'El Hodna, de Chott Melghir et des hauts plateaux

Sofiane Saggai^{*}, Djamel Boutoutaou, Farès Belagoune

Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones arides, Faculté des Sciences et de la Technologie et des Sciences de la Matière, Université Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algérie

^{*} E-mails: sofianeaero@yahoo.fr , Saggai.so@univ-ouargla.dz

L'étude sur les inondations en Algérie établie par l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) montre que le pays est confronté au phénomène de crues et inondations très destructives en particulier dans les régions arides et semi-arides.

Les crues des cours d'eau de ces zones sont moins connues. Elles sont caractérisées par leur subite apparition et leur caractère brutal. Ces crues apparaissent suite à des pluies intenses et de courte durée (pluies d'averse et d'orage). La durée de la crue est de l'ordre de quelques minutes à quelques heures. Les dégâts humains et matériels causés par ces crues ont été toujours très élevés.

L'objectif de l'étude est de proposer pour ces zones une méthodologie de calcul des crues pour les cours d'eau non jaugés.

Mots clés : crue, bassin versant, débit spécifique, coefficient de variation, aride

Qualité hygiénique des eaux thermo-minérales de la station Moulay Yacoub, Fès, Maroc

Bouchra Salame^{1, 2,*}, **Jamila Bahhou**¹, **Bahia Bennani**³, **Mohamed Ettaybi**⁴, **Laila Bennani**²

¹ Laboratoire d'Analyse et de Modélisation des Écosystèmes Continentaux, Faculté des Sciences Dhar El Mehraz, 30000 Fès, Maroc

² Laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu, Préfecture régionale de la Wilaya de Fès, 30000 Fès, Maroc

³ Laboratoire de la microbiologie, Faculté de médecine et de pharmacie, 30000 Fès, Maroc

⁴ Laboratoire de biotechnologie microbienne, Faculté des Sciences Dhar El Mehraz, 30000 Fès, Maroc

* E-mail : salame.bouchra@gmail.com

La station thermale de Moulay Yacoub de la ville de Fès dispense des soins utilisant l'eau minérale comme agent thérapeutique à des patients. Cette eau doit donc répondre aux caractéristiques particulières de la qualité microbiologique et physicochimique exigées pour tout produit à usage thérapeutique.

Dans cette perspective, notre étude a pour objectif essentiel l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de la source, ancienne piscine et des eaux des nouveaux thermes (piscine mixte, réservoir d'eau chaude et d'eau froide et du vaporium) de la station thermale de Moulay Yacoub de Juin 2009 à Juin 2010, avec des prélèvements mensuels. L'étude physicochimique comporte l'analyse des paramètres suivants : température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous, nitrates, ammonium, phosphore total, ortho-phosphates, chlorures, Na, K, Mg, Ca et éléments traces et métalliques : As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Ti et Zn.

L'étude bactériologique de ces sites porte sur le dénombrement bactérien des micro-organismes revivifiables à 37°C et à 22°C, coliformes totaux, coliformes fécaux, entérocoques fécaux, clostridium sulfitoréducteurs, staphylocoques et sur la recherche des indicateurs de qualité du transport de l'eau minérale dans les réseaux et les installations terminales : *Pseudomonas aeruginosa* et *Legionelle*

Les résultats des analyses physicochimiques ont montré que les eaux de Moulay Yacoub présentent une température élevée pouvant atteindre 53°C au niveau de la source. De même, ces eaux sont caractérisées par une conductivité élevée de 46 mS/cm et des teneurs importantes en ions chlorures, magnésium, sodium et calcium. En revanche, elles possèdent de très faibles valeurs en éléments traces et métalliques (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Ti et Zn).

Les résultats bactériologiques obtenus durant cette étude, mettent en évidence une contamination fécale de l'ancienne piscine femme, de la piscine mixte et du réservoir d'eau froide et d'eau chaude des nouveaux thermes et la présence de *Pseudomonas aeruginosa* dans ces eaux. En revanche, l'eau thermale de la source, et du vaporium est exempte de tout germe. La recherche de *legionelle* a abouti à des résultats négatifs. ces résultats montrent donc que la source thermale de Moulay Yacoub est naturellement stérile et que la contamination fécale des deux piscines (anciennes et nouvelle) est d'origine anthropique (baigneurs).

Mots clés : Moulay Yacoub, eau thermale, contamination fécale, *Pseudomonas aeruginosa*, *legionelle*

Implications climatiques dans les changements récents dans le niveau des lacs. Cas de Dayet Aoua et Aguelmam Sidi Ali, Moyen Atlas, Maroc

Ahmed Sayad ^{1,2,*}, Saïd Chakiri ¹, Zohra Bejjaji ¹, Hassan Echarfaoui ¹

¹ Laboratoire de Géosciences des Ressources Naturelles, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kénitra, Maroc

² Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF), BP 49, 30000 Fès, Maroc

* E-mail : ahmedsayad@menara.ma

Les lacs du Moyen Atlas sont fortement menacés par la baisse de leur niveau observée au cours des trois dernières décennies. La caractérisation de la sécheresse dans les secteurs de Dayet Aoua et Aguelmam Sidi Ali est abordée dans la présente étude. Elle permet d'étudier les liens entre les années de sécheresse qu'a connu le Moyen Atlas et les fluctuations du niveau d'eau des lacs.

Les niveaux d'eau des lacs subissent des variations très fortes, annuelles et interannuelles, sous le contrôle des conditions climatiques, en particulier des pluies et de l'évapotranspiration. Les périodes de sécheresse qui ont marqué les trois dernières décennies, se sont traduites par un abaissement du niveau d'Aguelmam Sidi Ali de près de 7 m. Quant à Dayet Aoua, l'impact est remarquable. Dans les conditions extrêmes, on assiste à l'assèchement total du lac qui perdure parfois quelques années. Le dernier assèchement survenu à Dayet Aoua a duré trois années environ.

Quant à la réponse de chaque lac à une stimulation par une bonne pluviométrie, les deux lacs répondent positivement, quoique différemment, aux périodes humides :

(i) dans le cas de Dayet Aoua, nous pouvons affirmer qu'après une bonne année pluvieuse comme pour les années 1995-96, 2002-03, 2008-09 et 2009-10, le lac reprend rapidement et retrouve même un niveau d'eau des plus importants ;

(ii) quant à Aguelmam Sidi Ali, ce lac présente une reprise d'eau suite à une bonne année humide telles que les années 1989-90, 1995-96, 2008-09 et 2009-10 qui sont d'ailleurs les quatre années ayant connu une bonne pluviométrie depuis 1980 de la période d'étude. Le lac n'a, cependant, jamais retrouvé son niveau d'eau connu avant ces crises hydriques. Mais les précipitations abondantes des années 2008-09 et 2009-10 ont provoqué une nette remontée.

Mots clés : lac, niveau d'eau, pluie, évapotranspiration, sécheresse, Moyen Atlas

The role of supplementary irrigation as a tool for drought management in a semi-arid country, Palestine

Mohammed Yousef Sbeih *

Irrigation Project Coordination, Ministry of environment, PO Box 1664, Ramallah, West Bank, Palestine

* E-mail: sbeih2005@yahoo.com

Palestine consists of the West Bank and the Gaza Strip. The proclaimed state of Palestine has a land area of 6,657 km². Water is always considered as an essential factor of life and development in arid and semi-arid countries.

The crisis of water scarcity looming on the horizon threatens the stability and security of the Middle East in general and the Israeli-Arab relations in particular. The Palestinian population and economy grow against finite freshwater resources, the annual per capita availability, which was about 2,000 m³ in 1980, has fallen to less than 500 m³ in 2000. It is predicted to fall to less than 200 m³ by 2025, far below the benchmark level of 1,000 m³ used as an indicator of severe water stress.

Much of the water crisis is caused by the way water is used. More than 75% of Palestinian withdrawn freshwater is allocated to agriculture and only 25% to municipal and industrial uses, compared with worldwide 69% and 31%, respectively. This implies reallocation of freshwater from agricultural to domestic and industrial uses. It is estimated that a reduction in agricultural water use by 15% would double the water available to households and industry in the region. This would reduce irrigated agriculture in a country that aims to expand it due to social and food security reasons. Moreover, the Palestinian policy-makers avoid inter-sector water transfer, mainly due to internal and external political considerations represented by the fact that Israel dominates the management of the entire water resources.

As it was mentioned before, Palestine is a semi-arid country, where the average rainfall is 450 mm/yr. The availability of water is questionable. Furthermore, the availability of water for agriculture is reducing in a tangible way due to the followings:

1. normal increase in growth rate, the population of the country is increasing, so the demand for domestic water is also increasing. This will affect the availability of water for agriculture.
2. rainwater is the only source of water, the quantity of rainwater (rainfall) has been decreasing in the recent years. As well as the population has been increasing tremendously and drought will be spread and the agricultural area will become a desert by long run. The percentage of the irrigated area in the West Bank is only 6% of the total cultivated area. The total irrigated area is 125 km² where the total area that can be irrigated is more than 0.6 km².
3. There is a huge conflict on water issues at this stage between the Palestinians and the Israelis since Israel occupied Palestine.
4. The quality of ground water wells especially in Gaza and Jericho becomes saline and shortly it cannot be safely available for agriculture.

Keywords: Palestine, irrigation, economics, supplementary, food production, drought

Hotspot delineation and vulnerability mapping in the eastern Nile Abbay/Blue Nile Basin

Ahmed Sefelnasr^{*}, Mohamed Saber

Geology Department, Faculty of Science, Assiut University, 71516 Assiut, Egypt

^{*} E-mail: ahmed.sefelnasar@yahoo.com

Erosion hotspot within a drainage basin refers to an area that erodes more rapidly than anticipated or more rapidly than adjacent portions or areas having high erosion rate as compared to the adjacent places. Since erosion can adversely affect ecosystems on-site as well as off-site, the estimation of runoff and soil loss in catchments is becoming more important. The main objective of this work is to delineate the hotspot areas (areas of erosion/sediment source) within the Abbay/Blue Nile Basin and generating vulnerability maps to assess these areas as well as to support the management approaches for the whole basin. The majority of the mentioned area is considered one of the most important highlands feeding the Nile River with both water and sediment. Therefore, assessment of the erosion hotspots within this basin is essential for the management of the whole system. The splash and sheet erosion are most widely observed within the highlands of the Blue Nile Basin in Ethiopia, which generate noticeable amounts of sediments that induce and increase the erosion rate when the rills and gullies start to form. The slope, runoff intensity, and soil types are the most factors that play an essential role in the erosion hotspots. The Digital Elevation Model (DEM) was used to derive the slope angles, shapes (concavity and convexity), profile curvature, as well as the flow direction vector. Climate maps, runoff maps, soil maps, land use maps as well as satellite images were also used in the spatial calculations and modeling. For the modeling phase, the Water Erosion Prediction Project (WEPP) Model along with the Geo-Spatial Interface for WEPP (GeoWEPP) were used. The potential reading of the resulted maps showed that the most affected areas with erosion lie within the highlands of Ethiopia where there is very steep slope and intensive runoff. Also, down from the highlands in Sudan, there are several hotspots formed due to the erosion by mass movement due to the existence of specific soil types.

Keywords: hotspot delineation, erosion, Blue Nile, WEPP Model

Développement d'un outil de calcul du transport solide: le code DEBSOL

Mohamed Sekkoum^{1,*}, Kheira Yamani^{1,*}, M'hamed Atallah², Abdelkrim Hazzab²

¹ Université Amar Telidji, Route de Ghardaia, BP 37G, 3000 Laghouat, Algérie

² Laboratoire de Modélisation et Méthodes de Calcul, Université Moulay Tahar, BP 138 Ennasr, 20002 Saïda, Algérie

* E-mails: Sekkoum_med@yahoo.fr, yamani_kh@yahoo.fr

L'envasement et le transport solide constituent, par leur importance, un problème majeur en Algérie (dégradation des sols agricoles, alluvionnement des retenues). Les études d'aménagement hydrotechnique butent très souvent sur le problème du manque ou du nombre réduit de données relatives au transport solide. Pour pallier ce problème de nombreuses formules ont été proposées dans la littérature. Le problème posé par les formules actuellement utilisées est le fait que leur fiabilité est parfois décevante. Le rapport entre les valeurs calculées par ces formules et celles mesurées excède la valeur des deux. Pour cette raison, le choix d'une formule appropriée est très important afin de prévoir d'une façon précise le débit du transport solide dans les rivières.

Dans le présent article nous proposons un code de calcul du transport solide (DEBSOL-DEBit-SOLide) qui permet à l'utilisateur de choisir entre 9 formules de transport par charriage et 18 de transport total. Nous avons appliqué ce code pour le calcul du transport solide de l'Oued Mekarra. Les résultats ainsi obtenus sont proches des valeurs mesurées.

Mots Clés : transport solide, code DEBSOL, transport par charriage, transport total, Oued Mekarra

Evaluation du traitement biologique et temporel des eaux usées dans les bassins d'aérations de la station d'épuration de Bordj Bouarreridj, Algérie

Abdelhakim Sellal^{1,*}, Rima Belattar², Abderrahmane Senator³

¹ Laboratoire de contrôle, station d'épuration, route de M'sila, 34000 Bordj Bou Arreridj, Algérie

² Laboratoire de Biologie végétale, Département de Biologie et Ecologie végétale, Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

³ Laboratoire de Biochimie, Département de Biochimie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

* E-mail : sellalhak@yahoo.fr

Les bassins bactériens aérés de la station d'épuration de Bordj Bou Arreridj ont été suivis mensuellement de Janvier à Décembre 2010, à l'entrée et à la sortie par différents paramètres physicochimiques dans le but d'éliminer cette charge polluante.

Une légère diminution est observée de la température et du pH qui varient de 18 à 17°C et de 8 à 7 (moyennes $\pm$ sd=17 $\pm$ 4°C; 7,6 $\pm$ 0,38) respectivement. La matière en suspension (MES), La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), ainsi que l'évaluation de l'Azote ammoniacal ont été suivis aussi dans cette étude et révèlent une réduction très importante de ces concentrations (24 $\pm$ 7, 32 $\pm$ 21, 95 $\pm$ 27 et 45 $\pm$ 10 mg /L) respectivement (moyenne $\pm$ sd). Ces abondances élevées sont vraisemblablement dues à l'activité bactérienne dans des conditions précises de pH et de température.

Mots clés : DCO, DBO5, épuration, station d'épuration, boue activée, eaux usés.

Water and women education -a sustainable approach to develop arid region in India

S. K. Sharma *

Department of Environmental Education, Carman Residential and Day School, Dehadun 248007, India

* E-mail: sks105@rediffmail.com

In most arid and semi-arid countries groundwater is more and more becoming the ultimate geo-resource, as it is essential for livelihood and human activities. In India too, the Thar Desert or the Great Indian Desert encompasses about 70% of total landmass of Rajasthan. The desert becomes very hot during the summer and it experiences extreme climate with an average annual rainfall less than 25cm. There is severe water scarcity in the region. Water is life but getting clean water for various purposes is a big problem in the state as whatever scanty groundwater is available is often brackish, saline and has unsafe concentrations of substances such as fluoride that makes it unsafe to drink. The fluoride concentration up to 8.00 mg/L is reported in various parts of the state. Unclean water causes environmental, economic and social costs. In rural areas of the state, women are directly involved in water related works. Water scarcity and trekking long distances for collecting water, specially during dry periods increases the burden on women and girls, as a result education of the girl child is neglected. In some dry regions, they spend as much as four hours a day and walk an average 6 km for fetching a pale of water (Fig.1). Collecting water for domestic use is usually the responsibility of women and girls. The hours they spend fetching water is time that is not available for childcare, productive activities and schooling. There was no institutional structure in the country specially designed to create consciousness and to educate women regarding the ill effects of consuming unclean water. The effect of water related problems particularly severe on women. It is widely acknowledged that the negative effects of polluted water are likely to hit the poorest people in the poorest countries the hardest. It is already proving true for Rajasthan.

One very simple, easily accessible, inexpensive and proven method of collecting potable water is through rainwater harvesting -both at the individual and at the community level and mix it with fluoride rich water to dilute it to potable level which was not known to local women. Since the mid-1970s, the Barefoot College, located in Tilonia, in the Ajmer District, of the arid region of Rajasthan, an NGO fully involved in water management related activities is educating and training women in the rainwater harvesting from roof tops of rural schools and community centers for drinking and sanitation purposes. Jawaharlal Nehru, the first Prime Minister of India, once said "Educate a man and you educate one person. Educate a woman and you educate the whole family". With the conviction that solutions to rural problems lie within the community. Practical knowledge and skills are emphasized rather than paper qualifications. Within the program of the Barefoot College, Water, Education, Health Care, Women's Empowerment and Wasteland Development, more than 37,000 men and women have been trained and now working as Barefoot teachers, doctors, dentists, health workers, hand pump mechanics, water chemists, wasteland developers professionals. Between 1981 and 1989, 39 women have been trained as Barefoot hand pump mechanics to repair and maintain hand pumps in villages. 475 Barefoot trained water professionals have built 1,286 underground rain water harvesting tanks in

rural areas, with the capacity of collecting 95 million liters of water (Fig.2). Since 1972, more than 180 semi-literate women have been trained as Barefoot surveyors, technicians and chemists to test samples from more than 3000 drinking water sources in almost 250 villages in four development blocks of Rajasthan. Since 1992, 1,500 men and women have been trained and employed for developing wasteland, laying pipelines, and for constructing rainwater harvesting structures such as tanks, dug wells, trenches, anicuts (small check dams) and small ponds. 5000 members of Women's Groups have also been trained to do contour bunding in their agricultural land for rejuvenating groundwater levels. Since 2008, 2 middle-aged, illiterate and semi-literate women have received practical training as Barefoot dentists to diagnose oral problems, clean tartar, make temporary and permanent fillings in cavities and make teeth extractions. They practice on a dental chair and take all precautions of sterilization. The chronic ingestion of concentrations greater than 1.5 mg/L (WHO, 1984) is linked with development of dental fluorosis and, in extreme cases, skeletal fluorosis (Vikas et al., 2009). Dental fluorosis is by far the most common manifestation of chronic use of high-fluoride water. Water harvesting has dramatic effects on the lives of women in Rajasthan. Now, the presence of water storage tanks means that women do not have to give up huge amounts of the day in search of water. So there is an immense physical benefit. Secondly, she is freed for other work, hopefully income-generating. So her status in the community as wage-earner is improved. Thirdly, when anxiety about water is removed, hygiene improves. There is water for washing and the cleanliness of the whole family becomes possible. Linked with this is the health benefit from drinking clean water - directly affecting the survival rate of young children. The fact that water is there, within her eyesight, so that she can rely on its presence, has a really liberating effect.



Fig.1. Water warrior

Fig.2. Construction of underground rainwater harvesting tanks

Keywords: Barefoot college, fluoride, practical training, rainwater harvesting

Acknowledgements

Thanks are due to large number of people at Barefoot College who have helped with the completion of this work.

References

- Vikas, C., Kushwaha R.K., Pandit, M.K., 2009. Hydrochemical status of groundwater in district Ajmer (NW India) with reference to fluoride distribution. *J. Geol. Society of India*, 73, 773-784.
- WHO, 1984. Guidelines for drinking water quality. Values 3; Drinking water quality control in small community supplies. WHO, Geneva, 212p.

Simulation and prediction of regional groundwater levels using ANN approach in the Gaza coastal aquifer, south Palestine

Hasan Sirhan *

Department of Geohydraulics and Engineering Hydrology, Faculty of Civil Engineering, University of Kassel,
Kurt-Wolters-Strasse 3, D-34109 Kassel, Germany

* E-mail: hsirhan_99@yahoo.com

Groundwater is the most precious natural resource in the Gaza strip. The Mediterranean coastal aquifer of the Gaza strip is the only source of water supply in the area. In the Gaza strip, groundwater has been overexploited due to increased demand for domestic and agricultural water use. This lead to measurement and analysis of groundwater level is needed for maintaining groundwater availability. Groundwater level modeling is important for environmental protection, maintaining the groundwater equilibrium system and controlling groundwater level fluctuation.

An artificial neural network (ANN) was applied as a new approach for groundwater quality management in Gaza coastal aquifer located south Palestine. An ANN is different from a traditional method (numerical), such as a mathematical or statistical model. In this work, ANNs were developed and applied to investigate the effects of the hydrological, meteorological and human factors on the dynamic groundwater level in the Gaza aquifer. ANNs were developed to predict average water levels with eight predictor input variables addressing initial groundwater level, groundwater extraction, recharge from rainfall, distance of the study wells from the shore coast line, thickness of the aquifer, depth to well screen from surface, well screen length, and finally the wells density for each governorate area in the Gaza strip. The initial average ground water level is a fundamental input for stepwise prediction of this variable. That is, the initial state of a system is a fundamental variable for predicting a system's future state. In this work ANN development was performed under STATISTICA neural network (SNN), which was built in STATISTICA Software version 7. Relationships among the eight input variables were determined using Multilayer Perceptron network (MLP) and Radial basis function (RBF). All the models performances were compared, and the best performance of network found to simulate the water level was the MLP, and the activation function was a sigmoid function. The network have four layers perceptrons: input layer of 8 neurons, first hidden layer with 20 neurons, second hidden layer with 17 neurons and 1 output layer with 1 neuron. A sensitivity analysis is applied for confirming and can give important insight into the usefulness of individual variables.

This study has demonstrated the predictive value for the estimation of the future changes in groundwater level. The groundwater level prediction for this study was done under two scenarios schemes at the designed period of 30 years as target period, within 2010-2040.

The first scenario is considered as the worst one and assumed that there is no new water resources for recover the aquifer of the Gaza strip. The abstraction rate will remain in increasing to comply with the population growth and agricultural needs. In the second scenario a new water resource is developed to maintain a positive condition for aquifer water balance in both quantity and quality. Here, wastewater reclamation is used as a renewal resource for artificial recharge to revamp the depletion of the aquifer.

Keywords: Gaza coastal aquifer, Recharge, Artificial Neural Network, STATISTICA 7

**Numerical estimation of the effects of artificial recharge in hydraulic head
measurements in constant-density ground water flow analyses and management in the
Gaza coastal aquifer, south Palestine**

Hasan Sirhan *

Department of Geohydraulics and Engineering Hydrology, Faculty of Civil Engineering, University of Kassel,
Kurt-Wolters-Strasse 3, D-34109 Kassel, Germany

* E-mail: hsirhan_99@yahoo.com

The coastal aquifers of the Gaza strip are considered very important source for water supply and very essential for socioeconomic development. High rates of urbanization and increased of municipal demand and agricultural activities had led the aquifer to be stressed and overexploited to a very great extend. This pumping has continually increased the risk of seawater intrusion and deterioration of freshwater quality of the coastal aquifers. Hydro-geologically, according to the Ghyben-Herzberg relation ($h_s = 40 h_f$), a relatively small decrease of the freshwater level in the aquifer can have a large impact on the intrusion of seawater into that aquifer. So, the drop of water level can give an indication of the occurrence of salinity on groundwater.

Ground water level modeling is important for environmental protection, maintaining the ground water equilibrium system and controlling ground water level fluctuation. Numerical models provide the most general tools for the quantitative analysis of groundwater applications. In this paper a coupled flow model of a three-dimensional groundwater flow and contaminant transport simulations based on the finite-difference method is applied to simulate the Gaza coastal aquifer system. Numerical model using a finite-difference model of Visual MODFLOW is applied to simulate the regional groundwater flow. The purpose of the regional groundwater modeling is to study the effect of artificial recharge planed in the Gaza strip on the groundwater level and to get a more comprehensive view of the effect of the groundwater mounding on regional scale. The simulation of the aquifer system was done in two approaches. First, the steady state condition, where the flow model is calibrated to estimate the hydraulic conductivity and the water balances over the aquifer, while under transient conditions simulation the storage coefficients and the specific yields were calibrated. Second, this study has demonstrated the predictive value for the estimation the future changes in groundwater level, where appropriate ground water management policies are essential for preventing aquifer overdraft. For that, the calibrated flow model in the transient conditions is applied to examine many scenarios management to maintain the ground water system and controlling the ground water level fluctuation within the target period 2010-2040. The first scenario is considered as the worst one, since no new water resources to recover the aquifer of the Gaza strip. So, the abstraction rate from the aquifer will remain in increasing to comply with the population growth and agricultural needs. In the second scenario a new water resource is developed as artificial recharge of reclamation wastewater to maintain a positive condition for aquifer water balance and to revamp the depletion of the aquifer.

Keywords: Gaza coastal aquifer, recharge, groundwater flow modeling, Visual Modflow model

Comparaison des modèles hydrologiques spatialisés pour simuler des événements d'inondation

Imene Skhakhfa *, Lahbass Ouerdachi

Laboratoire d'Hydraulique et de Constructions Hydrauliques, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail: imene.2000@yahoo.fr

Pour assurer la cohérence globale des résultats simulés, il est nécessaire de développer un processus de validation robuste. Dans de nombreuses applications, on ne se contente plus de calibrer et de valider le modèle que par rapport à l'hydrogramme mesuré à la sortie, mais nous essayons de mieux simuler le fonctionnement du bassin versant dans l'espace. Par conséquent, le calendrier effectue également par rapport à d'autres variables telles que les mesures du niveau d'eau.

Dans le cadre de ce travail, nous nous limitons à des inondations de modélisation de courte durée pour laquelle le processus d'évapotranspiration est négligeable. Les principaux paramètres pour identifier des modèles sont liés à l'unité de procédé d'hydrogramme (HU). Plusieurs modèles différents ont été testés. Ces modèles diffèrent dans leur structure mathématique et les paramètres à calibrer alors que les données hydrologiques sont les mêmes: la teneur en eau initiale et les précipitations. Les modèles sont comparés sur la base de leur performance en termes de six critères objectifs, trois critères mondiaux et trois critères représentant le volume, le débit de pointe, et l'erreur quadratique moyenne. Le premier type de critères donne plus de poids à des événements forts tandis que le second considère que tous les événements peuvent être d'un poids égal. Les résultats montrent que les valeurs des paramètres calibrés sont dépendantes et mettent également en évidence les problèmes liés à la simulation d'événements de faible débit et les précipitations intermittentes.

Mots clés: intensité, inondation, risque, hydrogramme

Geochemical and statistical evaluation of groundwater quality in the vicinity of Casablanca landfill

Driss Smahi^{*}, Ahmed Fekri, Ouafa El Hammoumi

Department of Geology, University Hassan II Mohammedia-Casablanca, BP 7955, Casablanca, Morocco
E-mail: d_smahi@yahoo.fr

In order to identify the hydrogeochemical process controlling the quality of groundwater and to determine the factors controlling the extent of groundwater contamination, an extensive study was carried out in Casablanca landfill area. The objectives of this study were to delineate the spatial and temporal variability in groundwater quality and understand its suitability for human uses. In the study area groundwater samples from 19 locations have been collected during the low tide and the high tide period and analyzed for the major ions such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , OD, COD, EC and pH.

The chemical concentrations widely exceed the standard values for potable and irrigation water except for few samples. These saline samples were localized in the down gradient of the landfill due to the infiltration of landfill leachates in groundwaters. Three major hydrochemical facies (Na-Cl, Ca-Cl and Ca- HCO_3) were identified.

Several determining factors in the evolution of groundwater contamination have been highlighted, such as: depth of the water table, permeability of unsaturated zone and lineaments, effective infiltration, lack of a system for leachate drainage. So, to reduce the pollution risks of the groundwater, it is necessary to set a system of collection, drainage and treatment of landfill leachates and to emplace an impermeable surface at the site of landfill, in order to limit the infiltration of leachate.

Keywords: landfill leachates, groundwater, hydrochemical facies, Casablanca

Etude systématique des Bacillariophycées (Diatomées) dans les systèmes lacustres au nord-est de l'Algérie

Karima Taane^{*}, H. Titouche, A. Arab

Laboratoire de dynamique et biodiversité, Faculté de Biologie, Université des Sciences technologiques
Houari Boumediene USTHB, BP 32, El Alia, 16111 Alger, Algérie

^{*} E-mail : margueritteka@hotmail.fr

Les écosystèmes lacustres constituent des réserves d'eau douce. Ils représentent des lieux privilégiés dans lesquels l'aquaculture est traditionnellement implantée. Notre étude a porté sur l'étude du phytoplancton dans 13 lacs de barrage du nord-est algérien.

Dans ce contexte, nous avons fait une analyse et un suivi des peuplements des diatomées dans le temps et dans l'espace en étudiant leurs fluctuations qualitatives et quantitatives. Cette étape étant réalisée par la technique d'Utermol. En parallèle nous avons établi une étude de la qualité physico-chimique de l'eau. En complément à cette étude, nous avons effectué une analyse structurale par le calcul des indices de diversité (Shannon-Weaver et Equitabilité).

Durant les deux périodes de prélèvements (prélèvements saisonniers), nos résultats révèlent 27 espèces des diatomées appartenant à 13 genres.

Mots clés : phytoplancton, Bacillariophycées, biodiversité, écosystème lacustre

SIGES Bretagne, outil de gestion des eaux souterraines

Gilles Valdez Tagne Kamgue^{1,*}, Bruno Mougin²

¹ Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université de Rennes 1, Bat. 15, Campus de Beaulieu, CS 74205, 35042 Rennes Cedex, France

² BRGM, Service Géologique Régional de Bretagne, 2 rue de Jouanet, ZAC Saint Sulpice, 35510 Cesson-Sévigné, France

* E-mail: gilles.tagnekamgue@etudiant.univ-rennes1.fr, givaldo16_06@yahoo.fr

Le « SIGES » Bretagne, Système d'Information sur les Eaux Souterraines en Bretagne, s'inscrit dans le cadre de la directive européenne « INSPIRE ». Instituée en février 2007 par la Commission Européenne, l'infrastructure pour l'information spatiale en Europe (INSPIRE) vise à produire et échanger les données nécessaires au soutien des politiques en faveur de l'environnement au sein de l'Union Européenne. Le SIGES Bretagne, comme tous les Systèmes d'Information Géographiques sur les Eaux Souterraines qui ont été récemment développés en France, est un outil internet indispensable de vulgarisation et de diffusion d'informations sur la gestion des eaux souterraines. Il fait suite aux multiples études qui l'ont précédé notamment les études menées dans le cadre du projet « SILURE » (Système d'Information sur la Localisation et l'utilisation des Ressources en Eaux Souterraines en Bretagne).

Le socle breton a été divisé en 56 entités hydrogéologiques sur la base de critères lithologiques et hydrographiques. L'impact des prélèvements souterrains par rapport à la lame d'eau infiltré et au débit des rivières en période d'étiage a ensuite été quantifié sur chaque entité. Une cartographie détaillée au 1/250.000 de chaque entité a également été effectuée sous le logiciel SIG Mapinfo dans sa version professionnelle 8.5 afin de mettre en évidence l'influence de la géologie sur les prélèvements en eaux souterraines. Les données sont présentées sous forme de fiches synthétiques téléchargeables en ligne (Fig.1). Le site internet dédié à la présentation des résultats de notre étude sera accessible dès septembre 2012 aux experts (gestionnaires de l'eau, universitaires, bureaux d'études) mais aussi au grand public et aux collectivités.

Il serait envisageable d'adapter le SIGES à des zones arides vu les similarités entre les contextes de socle et des milieux arides. En effet, tout comme les zones arides, le milieu souterrain breton (fissures et fractures dans les schistes et les granites de socle) ne regorge que de très faibles ressources.

D'autre part, la Bretagne, tout comme beaucoup de pays périsahariens (Maroc, Algérie), est essentiellement agricole. L'impact des prélèvements d'eaux souterraines sur les débits des rivières est donc bien plus marqué en période d'étiage avec la reprise de l'irrigation. La connaissance exacte de l'utilisation des eaux souterraines dans ces régions arides pourrait conduire les autorités et les populations à prendre conscience de l'importance stratégique de cette ressource notamment dans la lutte contre l'aridification. Toutefois l'absence de bases de données à jour sur l'utilisation des

ressources en eau souterraines dans ces pays pour la plupart pauvres pourrait constituer un frein à la mise en place d'un tel système d'informations.

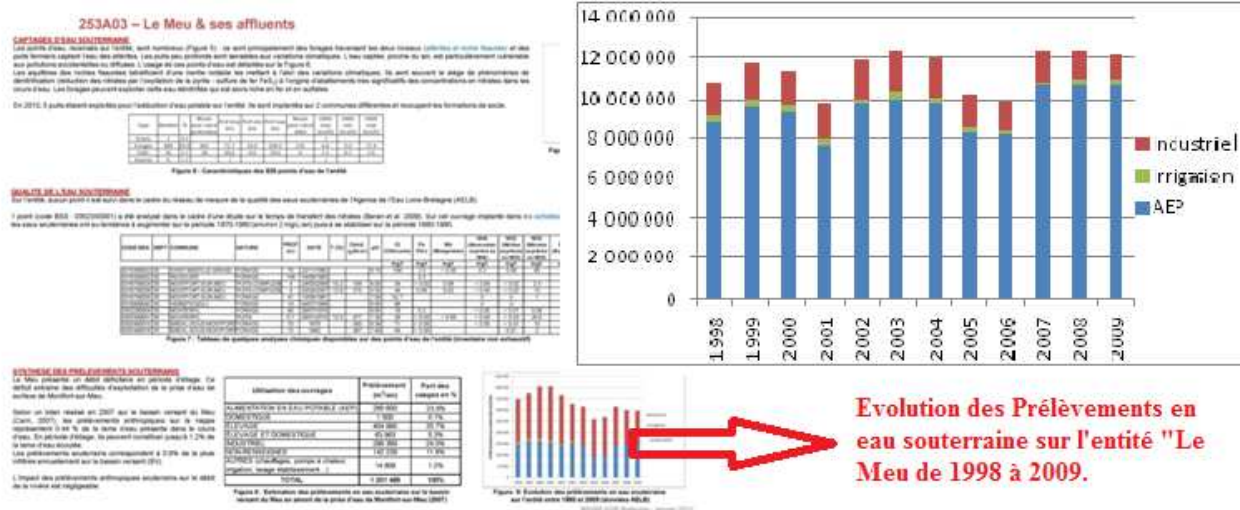


Fig.1. Fiche synthétique présentant l'évolution des prélèvements en eau souterraine sur une entité de socle bretonne de 1998 à 2009, et par usage. En rouge les prélèvements liés aux industries, en vert les prélèvements liés à l'irrigation, et en bleu les prélèvements dus à l'Alimentation en Eau Potable (AEP).

Mots clés : directive INSPIRE, données, entité hydrogéologique de socle, ressource en eau souterraine, SILURE, SIG

Références

Mougin, B., Allier, D., Blanchin, R., Carn, A., Courtois, N., Gateau, C., Putot, E., 2008. SILURE Bretagne (Système d'Information sur la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines). *Rapport d'avancement de l'année 5*, collaboration Jegou, J.P., Lachassagne, P., Stollsteiner, P., Wyns, R., BRGM/RP-56457-FR, 129p.

Comportement phénologique et production de matière sèche du haricot *Phaseolus* *Vulgaris* en milieu salin

Souad Takarli ^{1,*}, Youcef Daoud ²

¹ Département d'Agronomie, Université Saad Dahlab, 9000 Blida, Algérie

² Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Avenue Hacène Badi, BP 182, El Harrach, 16200 Alger, Algérie

* E-mail: tasouad2007@yahoo.fr

Le présent travail porte sur l'effet des doses croissantes du NaCl sur le comportement du haricot *Phaseolus vulgaris* variété contender cultivé en hors-sol.

Les résultats obtenus montrent que la variété contender étudiée est sensible à la salinité à partir d'une concentration en NaCl de 3.1 g /L. A une concentration en NaCl de 4.1 g /L, la plante présente des signes de toxicité. Au stade juvénile et à une concentration en NaCl de 5.1 g /L, il se produit un arrêt de la croissance du végétal. Les résultats obtenus montrent également que l'augmentation des concentrations en NaCl affecte la croissance, le développement et l'assimilation des éléments nutritifs par le végétal.

Les mécanismes mis en jeu sont complexes et méritent d'être étudiés pour mieux comprendre les modifications physiologiques induites par la salinité

Mots clés : *Phaseolus vulgaris*, NaCl, croissance, phénologie

Modélisation du fonctionnement hydrodynamique du système aquifère du plateau des phosphates et la zone synclinale de Tadla

Mohamed Tammal *, Bouabid El Mansouri, Houssine El Gasmî

Laboratoire Géosciences des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 14000
Kenitra, Maroc

* E-mail: mohammed_tammal@yahoo.fr

Les eaux souterraines concourent, et pour une part très importante, à l'alimentation en eau potable des populations et au développement industriel dans des zones qualifiées comme semi-aride. Cette ressource qui est au centre des écosystèmes et du développement est d'autant plus importante qu'elle est fragile, inégalement distribuée et largement exploitée. La zone étudiée s'étend sur une superficie équivalente à 12300 km² couvrant le plateau des phosphates et le synclinal de la plaine de Tadla où la couverture mézo-cénozoïque et quaternaire s'est déposée sur les formations paléozoïques (Fig.1), permettant ainsi l'individualisation du système aquifère étudié composé des nappes du Turonien, du Sénonien, de l'Eocène et du Mio-Pio-Quaternaire. Ces nappes constituent la principale réserve en eau dans toute la région.

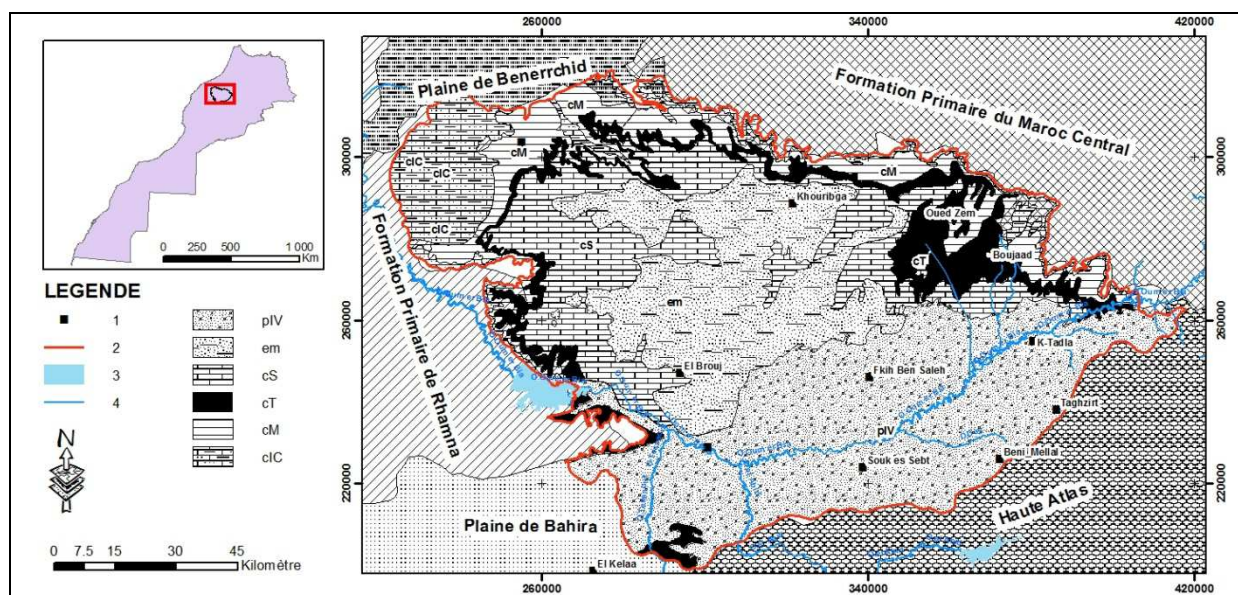


Fig.1. Figure schématique de la géologie de la zone du plateau des phosphates et de la plaine de Tadla. 1 : Principaux centres ; 2 : Limite de la zone d'étude ; 3 : Barrage ; 4 : Rivière ; pIV : Mio-Plio-Quaternaire ; em : Eocène moyen ; cS : Sénonien ; cT : Turonien ; cM : Cénomanien ; cIC : Infra-Cénomanien.

L'industrie phosphatière, l'activité agricole ainsi que les besoins en eau potable de la population de la région dépendent des ressources en eau souterraines qui sont de moins en moins disponibles, de ce fait, un certain nombre de travaux de modélisation (DRPE, 1993; Boukdir, 1994) a concerné individuellement telle ou telle nappe du système aquifère; le système, dans son intégralité, n'a pas fait objet de modélisation.

Le but du travail est d'établir un modèle mathématique pour simuler le comportement hydrodynamique de l'ensemble des formations aquifères du plateau des phosphates et la plaine du Tadla. Ce travail exploite les résultats des campagnes de mesures isotopiques (Bouchaou et al., 1996, 2009) pour mettre en évidence les nouvelles interactions avec le système karstique du Haut Atlas, aussitôt que les échanges avec le système de la plaine de Benerrchid mis en évidence au nord du domaine par les travaux géophysiques (Mridekh et al., 2011). La modélisation est élaborée en différences finies, le modèle conceptuel est composé de 7 couches dont 4 aquifères superposés et 3 niveaux semi-perméables pour le contrôle des échanges verticaux entre les nappes du système aquifère, la géométrie de ce système a été figée sur la base de 71 sondages géologiques et pétroliers. Les rivières d'Oum Errabia, Derna, Laabid et Tassawout forment les principaux drains dans le modèle quant à la recharge climatique elle est appliquée en fonction de la proximité de la chaîne atlasique. L'apport du surplus de l'irrigation effectuée dans les périmètres irrigués de Tadla est également pris en considération. Les outils adoptés pour la réalisation de la modélisation sont l'interface « GMS » avec le code « Modflow » qui s'est avéré assez souple la manipulation de la modélisation. Le calage du modèle est réalisé sur la base du suivi piézométrique couvrant une période qui s'étend sur 30 ans de mesures. Les 616 valeurs de transmissivité « T », provenant des essais de pompages ont permis d'apprécier l'hydrodynamisme dans les nappes modélisées et de reproduire le fonctionnement des différents aquifères du système.

A partir des résultats de calage et de la modélisation du système entier des aquifères, l'exploitation d'un système d'aide à la décision, couplé au modèle Modflow réalisé permettra une meilleure gestion des ressources en eau souterraine dans la zone d'étude du plateau des phosphates et de la plaine du Tadla.

Références

- Bouchaou, L., Mangin, A., Chauve, P., Aboufirassi, M., Mania, J., 1996. Apports des méthodes hydrodynamiques à l'étude du fonctionnement de l'aquifère karstique de l'Atlas de Beni Mellal (Maroc). *Geod. Acta*, 9 (4), 170-176.
- Bouchaou, L., Michelot, J.L., Qurtobi, M., Zine, N., Gaye, C.B., Aggarwal P.K., Marah H., Zerouali, A., Taleb, H., Vengosh, A., 2009, Origin and residence time of groundwater in the Tadla basin (Morocco) using multiple isotopic and geochemical tools. *Journal of Hydrology*, 379 (2009) 323–338.
- Boukdir A., 1994 : contribution à l'étude géothermique du bassin de Tadla, plateau des phosphates et Tesseout. Aval. Application au réservoir calcaire du Turonien. *Thèse de 3ème cycle*, EMI.
- Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau (DRPE), 1993. Etude du système aquifère multicouche de Tadla. *Rapport interne*.
- Mridekh, A., Echarfaoui, H., El Mansouri, B., Touam, R., 2012. Imagerie électrique des structures crétacées et tertiaires sur la transversale Guisser-Ben Ahmed, plateau des phosphates, Maroc central. Implications hydrogéologiques, *Journal of Hydrocarbons Mines and Environmental Research*, ISSN: 2107-6510, Vol.2, Issue 2, December 2011.

Caractérisation isotopique des eaux de précipitations et de la vapeur atmosphérique en climat sub-humide. Cas du bassin de la Maamora, Maroc

Fouad Taous^{1,*}, Hamid Marah¹, Abdelhakim Sabir²

¹ Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP 1382, RP 1001, Rabat, Maroc

² Faculté des Sciences, Université Mohamed 5-Agdal, Rabat, Maroc

* E-mail: f_taous@yahoo.fr

Les isotopes stables de la molécule d'eau (^2H et ^{18}O) fournissent de nombreuses informations sur le cycle hydrologique. Dans ce sens nous avons essayé de caractériser les signatures isotopiques des eaux des précipitations et de la vapeur atmosphérique dans le bassin de la Maamora en climat sub-humide (précipitation: 550 à 620 mm/an). Un échantillonnage systématique des précipitations et de la vapeur atmosphérique a été mené dans la station relevant du centre d'études nucléaires de la Maamora (CENM) durant toute l'année, de 2008 à 2011.

L'objectif de l'étude est d'identifier : (1) les facteurs qui contrôlent les variations des isotopes stables des précipitations et l'humidité atmosphérique sous un climat sub-humide; (2) l'origine des eaux (de précipitations, de surface, et souterraines) dans le bassin de la Maamora.

La composition isotopique des eaux de précipitations et de vapeur atmosphérique présentent respectivement une large variation des teneurs isotopiques de -77,58‰ à 10,51‰ et -69,11‰ à -114,27‰ pour le deutérium et de -1,03‰ à -12,45‰ et -9,73‰ à -18,64‰ pour l'oxygène-18. La relation locale oxygène-18 deutérium (DML) montre une pente (7.76‰) légèrement inférieure à 8 et un excès en deutérium d'environ 13‰, révélant une origine atlantique des masses d'air à l'origine des précipitations. La signature isotopique de la vapeur atmosphérique a enregistré des valeurs plus importantes d'excès en deutérium près de +33‰. Les variations annuelles des teneurs $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$ de la vapeur atmosphérique décrit une sinusoïde qui montre des fluctuations saisonnières importantes, avec des valeurs plus négatives en hiver (octobre- mars) et moins négatives en été (avril-septembre). Ces effets saisonniers locaux découverts dans la station CENM semblent être gouvernés par les facteurs climatiques qui sont la température ($T^\circ\text{C}$) et l'humidité relative (Hr).

Mots clés : Maamora, précipitations, humidité atmosphérique, oxygène-18, deutérium, facteurs climatiques, hydrologie isotopique

Estimation de la réserve en eau dans la région de Skikda, Algérie

Samia Titi Benrabah ^{1,*}, Hourria Kherici Bousnoubra ², Sofia Bahroun ³, Samia Bounab

4

¹ Laboratoire de Géologie, Département de Géologie, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

² Département d'hydraulique, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

³ Département Ecologie et Biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

⁴ Département des Mines, Faculté de Technologie, Université Abderrahmane Mira, 6000 Bejaia, Algérie

* E-mail : benrabah_lilya@yahoo.fr

Ce travail est mené dans le but d'une estimation détaillée des ressources en eaux souterraines et superficielles de la région de Skikda pour une gestion appropriée et une utilisation adéquate de cette ressource. Située au nord-est algérien, la région d'étude couvre une superficie de plus de 4000 km² et présente une population de ~1129295 habitants, dont la forte densité est localisée dans les grandes agglomérations. Le sous-sol de la région de Skikda est bien pourvu en ressources d'eau souterraine dans les nappes de grès et de flyschs et une grande importance dans celles des dépôts alluviaux (formations meubles du Quaternaire), formés le long des oueds et qui constituent le magasin essentiel des eaux souterraines de la région.

Ces réservoirs sont considérés importants du point de vue hydrogéologique en raison de la grande perméabilité de leurs formations (sables et graviers) et leurs grandes épaisseurs, ainsi que leur extension. Par ailleurs, la ressource hydrique superficielle constitue une part importante du patrimoine hydrique des bassins versants de la région, avec un écoulement permanent des différents cours d'eau qui charrient un volume considérable, avec des ouvrages hydrauliques peu importants, qui permettent la régularisation d'un certain volume.

Il résulte de cette étude que la réserve actuelle des eaux de la région est peu importante en raison du manque d'ouvrages de mobilisation (barrages et retenues collinaires).

Mots clés : ressource en eau, bassin versant, gestion intégrée

Hydrogéologie du bassin versant de Kettara et relation entre la lithologie de l'encaissant et la chimie des eaux souterraines

**Sana Toughzaoui *, Abdel Fatah Benkaddour, Khalid El Amari, Mohamed Hibti,
Samira Essarraaj**

Laboratoire Géoressources, Unité Associée au CNRST (URAC 42), Faculté des Sciences et Techniques, BP 549,
40000 Marrakech, Maroc

* E-mail: sana-to@hotmail.com

La mine abandonnée de Kettara, nord-ouest de Marrakech, Maroc, fait partie du massif des Jebilet à climat continental semi-aride, froid et humide en hiver, chaud et sec en été. Les études pétrographique et métallographique ont montré que l'encaissant des minéralisations de la mine est dominé par des faciès métamorphiques de type schistes et métapélites. La paragenèse minérale est dominée par la pyrrhotite (>90%) à laquelle s'associent la pyrite, la chalcoppyrite, la magnétite et très rarement la sphalérite. La gangue est de nature carbonatée et siliceuse.

Le bassin versant de Kettara se caractérise par une forme allongée ($K_G = 5.58$), ce qui donne des temps de réponse et de concentration des eaux assez élevés. Le réseau hydrographique ne présente pas une densité et ramification très élevée. Etant donné le climat semi-aride, la nature et la structure géologique (terrains schisteux très altérés), les cours d'eau du bassin de Kettara ont un régime d'écoulement exclusivement intermittent. Les écoulements de surface ne se manifestent que pendant une courte période suite aux pluies intermittentes qui caractérisent le climat de la région.

Les cartes résultantes de l'étude hydrogéologique et hydrogéochimique tracent les variations spatiales et temporelles de la piézométrie, la conductivité ainsi que l'évolution des éléments chimiques. Ces études montrent que les eaux en amont du bassin versant présentent des minéralisations modérées (<1500 $\mu\text{S/cm}$) et sont sous-saturées vis-à-vis de la calcite, de la dolomite et du gypse et des teneurs élevées en ions dissous dans les eaux collectées en aval du bassin versant, notamment en sulfates (1000 à 2300 mg/L) et en magnésium (100 à 140 mg/L).

Les concentrations élevées en sulfates trouvent leur origine dans la dissolution des minéraux sulfurés des stériles riches en fer (principalement la pyrrhotite et la pyrite) mis en décharge en position amont des points d'eau analysés. Cependant, les métaux lourds associés à ses sulfures ne suivent pas les sulfates lors de la lixiviation et restent piégés dans les sulfates re-précipités par évaporation. Les fortes teneurs en potassium au niveau de quatre puits sont expliquées par la localisation de ces puits au niveau de terres arables qui peuvent être la source de leur enrichissement.

Les eaux souterraines du secteur de Kettara se caractérisent par un faciès chimique bicarbonaté calcique et magnésien, qui va changer plus ou moins en allant vers l'aval en faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien. Ceci peut expliquer l'effet de la lithologie de la région sur la géochimie des eaux. En effet, les concentrations en éléments chimiques augmentent de l'amont vers l'aval sous

l'effet de l'interaction entre l'eau et l'encaissant pendant son parcours souterrain, ce qui donne des eaux en aval du bassin versant plus chargées que celles circulant en amont.

Du point de vue qualité chimique, à l'exception de quatre puits en aval des déchets miniers de la mine, toutes les eaux du bassin de Kettara répondent aux normes de potabilité, ainsi qu'aux normes de l'aptitude à l'irrigation et à l'élevage.

Mots clés : bassin versant de Kettara, étude pétrographique et métallographique, hydrogéologie, hydrochimie, relation lithologie/eau, qualité des eaux

Validation du modèle AquaCrop sur une culture du blé sous un climat semi aride de la région de Tensift Al Haouz, Marrakech

Jihad Toumi^{1,*}, Salah Er-Raki^{2,*}, Jamal Ezzahar³, El-Mehdi Hamzaoui³, Hamid Marah³

¹ Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, 1400 Kenitra, Maroc

² Laboratoire de Procédés, Métrologie et des Matériaux pour l'Energie et l'Environnement (LP2M2E), Département de Physique Appliquée, Faculté des Sciences et Techniques Guéliz, Université Cadi Ayyad, BP 549, Av. Abdelkarim Elkhatabi, Guéliz Marrakech, Maroc

³ Centre National d'Energie des Sciences et Techniques Nucléaires (CNESTEN), DASTE, BP1382, RP 1001 Rabat, Maroc

* E-mails : toumi.jihad@hotmail.fr, s.erraki@gmail.com

La plaine du Haouz est une zone du centre du Maroc où le blé couvre plus de 60% de la surface totale cultivée. Elle est caractérisée par un climat aride avec une importante demande évaporative (1600 mm/an) et par de faibles précipitations annuelles (240 mm/an). Dans cette plaine, l'agriculture consomme plus de 85% des ressources en eau mobilisable. Mais elle est souvent irriguée selon des techniques traditionnelles comme celle de l'irrigation gravitaire peu efficace et très consommatrice d'eau. Il est donc clair qu'une bonne gestion de l'eau d'irrigation constitue une étape très importante pour faire face à la surexploitation des ressources hydriques très limitées.

L'objectif principal de ce travail consiste en l'adaptation du modèle AquaCrop développé par l'unité mixte FAO/IAEA¹, pour contribuer à l'amélioration de la gestion de l'eau d'irrigation dans la plaine semi-aride du Haouz, Marrakech. On y étudie spécifiquement le cas de la culture du blé cultivé sur un secteur irrigué de 2800 ha situé à 40 km à l'est de Marrakech (zone de tests). En effet, AquaCrop, est un modèle à pas de temps journalier qui simule l'état du système sol-plante durant une ou plusieurs saisons agricoles. Il utilise les quatre types de données habituelles liées au climat, au sol, aux techniques culturales et aux techniques variétales. Les simulations ont été effectuées en utilisant les données collectées sur trois parcelles de blé durant une saison climatique considérée comme étant la moyenne des 14 dernières saisons de Marrakech (1990-2004). Dans un premier temps, nous avons confronté les sorties du modèle, telles que l'évapotranspiration réelle ETR, la fraction du couvert CC, l'humidité et le rendement, avec les mesures effectuées. Il s'est avéré que les résultats obtenus sont très encourageants par comparaison avec ceux obtenus avec d'autres modèles, comme STICS, testés sur le même jeu de données. Dans un second temps, nous avons utilisé le modèle AquaCrop pour évaluer l'efficacité de l'irrigation sur une parcelle où l'agriculteur a appliqué beaucoup d'eau par rapport aux autres parcelles. En se basant sur les scénarios effectués, nous avons conclu que l'agriculteur n'aurait dû appliquer que quatre irrigations au lieu de six pour obtenir le même rendement. Par conséquent, le modèle peut être considéré comme un outil opérationnel et efficace pour améliorer la gestion de l'irrigation dans les régions où les ressources hydriques sont très limitées.

Mots clés : AquaCrop, blé, évapotranspiration, fraction du couvert, humidité, rendement, région semi aride

¹ FAO/ IAEA: Food and Agriculture Organization/International Atomic Energy Agency

Pollution nitrique des eaux de la nappe phréatique du périmètre irrigué des Béni-Amir, Béni-Moussa: étendue et teneurs

Farid Toundaoui ^{1,*}, Abdessamad Najine ¹, Tahar Aïfa ²

¹ Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Technologie, Université Sultan Moulay Slimane, BP 523, 23000 Béni Mellal, Maroc

² Géosciences-Rennes, CNRS UMR6118, Université de Rennes 1, Bat.15, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France

* E-mail: f.toundaoui@gmail.com

L'une des retombées de l'agriculture intensive est la contamination des eaux par les nitrates. A Tadla, les risques de cette contamination sont aggravés par l'activité industrielle, les rejets urbains, l'élevage intensif et par la présence d'une nappe peu profonde.

Si les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) adoptées par le Maroc fixent un taux maximal de 50 mg/L de NO_3^- pour l'eau destinée à la consommation domestique (25 mg/L pour les nourrissons), ce taux est parfois dépassé au niveau de certaines zones notamment près des agglomérations et unités industrielles.

La teneur en nitrates des eaux souterraines est très variable d'une année à l'autre et selon les saisons au cours de la même année.

Dans les Béni-Amir, la mise en évidence de la contamination de la nappe par les nitrates remonte à une vingtaine d'années. Cependant, la réelle prise de conscience des pouvoirs publics est plus récente. En conséquence, les eaux souterraines n'ont pas été surveillées assez régulièrement ou assez en détail pour qu'on puisse dresser un tableau exhaustif de l'historique et dégager les tendances d'évolution inter-annuelle relatives à leur contamination. L'information disponible nous donne toutefois une idée générale sur l'étendue et le degré de contamination diffuse de la nappe par les nitrates.

L'examen de la carte d'isoconcentration des nitrates établie sur la base des mesures réalisées sur l'ensemble des points du réseau montre des zones à fortes concentrations :

(i) A l'amont hydraulique de la nappe des Béni-Amir, la teneur en nitrates dépasse la norme adoptée par l'OMS ; cette situation est induite par l'activité agricole conjuguée aux fuites des eaux de surface au niveau du canal médian d'irrigation.

(ii) A proximité du drain de Fkih Ben Salah, la concentration en nitrates est comprise entre 35 et 80 mg/L. Dans cette zone, les eaux du drain sont sollicitées pour l'irrigation des parcelles situées à proximité. Ce drain constitue le collecteur des rejets domestiques de la ville de Fkih Ben Salah.

(iii) A l'aval hydraulique des Béni-Amir, les concentrations en nitrates dépassent les 50 mg/L et sont dues d'une part au recyclage des eaux de la nappe par pompage agricole et d'autre part à la concentration de solutés à l'aval hydraulique de la nappe. En outre, dans cette zone la nappe est peu profonde rendant la zone non saturée peu épaisse pour retarder le lessivage des nitrates.

A Béni-Moussa, de larges superficies de la nappe présente des teneurs en nitrates dépassant largement

la norme préconisée, ceci est dû principalement aux rejets des trois unités sucrières installées dans le périmètre. Par exemple à Souk Sebt, la teneur a dépassé 80 mg/L (cas du puits 528/05 où le taux de nitrates atteint 88 mg/ L ; valeur causée essentiellement par les rejets de la SUTA) ;

Dans la zone d'Ouled Ali (CDA: 528) la teneur est maximale (96 mg/L). Cette forte teneur a pour origine l'utilisation intensive et irrationnelle des engrais NPK (azote, phosphore, potassium).

L'aval hydraulique présente également des concentrations élevées en nitrates. A ce niveau la faible profondeur du niveau piézométrique de la nappe stimule l'évapotranspiration et par conséquent la concentration des sels augmente.

Dans le reste du périmètre, les teneurs en nitrates de la nappe restent dans les normes de potabilité; elles ne dépassent pas 30 mg/L. Ces faibles valeurs sont enregistrées à l'est, en bordure de l'Oum-Er-Rbia et au nord des Béni-Amir.

Au niveau des Béni-Moussa les faibles teneurs sont rencontrées au centre du périmètre entre Afourer et Dar Ouled Zidouh.

Les épandages non rationnés (en quantités supérieures aux besoins des cultures), inappropriés (en dehors des périodes du besoin optimal des cultures) d'engrais conjugués aux mauvaises pratiques de gestion de l'irrigation engendrent un lessivage rapide des nitrates dans le sous-sol. Les résultats d'analyses montrent une corrélation entre les épisodes d'irrigation et l'évolution temporelle des teneurs en nitrates de la nappe mais avec un certain retard. Ce phénomène a été évoqué par Guillem (1991), après utilisation des engrais de synthèse dans les aquifères hétérogènes tels que les calcaires de la Beauce et les alluvions de la plaine du Rhin. Ce retard est dû au temps de transfert en milieux poreux non saturés des solutés qui, pour les nitrates, peut s'effectuer à l'échelle de l'année.

Photomorphogénèse chez le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L.

Saliha Yakoub-Bougdal^{1,*}, Djillali Ghobrini¹, Jacqueline Bonaly²

¹ Laboratoire de Cytologie et Morphogénèse végétales, Université Mouloud Mammeri, BP 17 RP, 15000 Tizi-Ouzou, Algérie

² Faculté des Sciences biologiques et des Sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri, BP 17 RP, 15000 Tizi-Ouzou, Algérie

* E-mail: ybougdal@yahoo.fr

Le Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est capable de percevoir la lumière bleue grâce à deux photorécepteurs : cryptochromes et phototropines. Ainsi les cryptochromes (CRY) ont déjà été identifiés chez le mutant hy4 d'*Arabidopsis thaliana*.

Les organes de *Phoenix* cultivés sur deux milieux MSm1, MSm2, sous différentes conditions de culture, ont montré des valeurs de pigments variant de 2.92 à 22.04 mg, dans une première étude. Ces pigments anthocyaniques protecteurs luttent contre le vieillissement cellulaire, démontré par plusieurs chercheurs. L'influence de la lumière bleue est régulée par les cryptochromes. Ces derniers possèdent une position C-terminale avec deux éléments de fixation de chromophores (FAD, PHR). Cette région semble jouer un rôle dans la traduction en aval du signal lumineux. Ainsi la synthèse des pigments est fortement induite par le biais du photorécepteur.

Mots clés : radiation bleue, cryptochrome, embryon, *Phoenix dactylifera* L.

Utilisation des données satellitaires NOAA-AVHRR pour l'estimation de la température de surface

Kheira Yamani ^{1,*}, Abdelkrim Hazzab ², Abderrahmane Hamimed ³, Mohamed Sekkoum ¹

¹ Université Amar Telidji de Laghouat, Route de Ghardaia, BP 37G, 3000 Laghouat, Algérie

² Laboratoire de Modélisation et Méthodes de Calcul, Université Moulay Tahar, BP 138 Ennasr, 20002 Saïda, Algérie

³ Université de Mascara, BP 305, route de Mamounia, 29000 Mascara, Algérie

* E-mail: yamani_kh@yahoo.fr

L'étude de la température de surface nécessite une réflexion multicritères des informations pour décrire l'état hydrique et énergétique des écosystèmes terrestres. Elle peut être mesurée à partir des données de télédétection dans l'infrarouge thermique. Mais l'effet des phénomènes perturbateurs tels que l'atmosphère et l'émissivité de surface rendent cette mesure moins précise et limite son utilisation. Notre étude consiste à développer une méthode, reposant sur la combinaison des deux températures issues du capteur NOAA-AVHRR par la méthode de split-window, pour accéder à une température radiative affranchie des effets de l'atmosphère, qui est ensuite corrigée des effets de l'émissivité pour avoir une mesure réelle. Deux approches adaptées aux conditions locales ont été utilisées, l'une basée sur les données terrain de température de surface et l'autre sur l'analyse de l'image NOAA elle-même. Les résultats ainsi obtenus sur le site de Brézina confirment les possibilités offertes par les données NOAA pour l'estimation fine de la température de surface. Le modèle utilisé, pour l'estimation de telles mesures, apparaît donc finalement plus indiqué pour une réelle exploitation des données de satellite NOAA-AVHRR. La cartographie de la température moyenne annuelle nous a permis d'observer que les sols nus ont un gradient thermique plus élevé par rapport aux sols couverts. Ce qui explique le caractère évapotratif important, le tarissement des cours d'eau, l'assèchement rapide des sols et la dégradation du couvert végétal de la zone étudiée.

Mots clés: température de surface, émissivité, split-window, brézina, albédo, infrarouge thermique

Utilisation des données du capteur NOAA-AVHRR pour la résolution du bilan d'énergie et la cartographie de l'évapotranspiration

Kheira Yamani ^{1,*}, Abdelkrim Hazzab ², Abderrahmane Hamimed ³, Mohamed Sekkoum ¹

¹ Université Amar Telidji, Route de Ghardaia, BP 37G, 3000 Laghouat, Algérie

² Laboratoire de Modélisation et Méthodes de Calcul, Université Moulay Tahar, BP 138 Ennasr, 20002 Saïda, Algérie

³ Université de Mascara, BP 305, route de Mamounia, 29000 Mascara, Algérie

* E-mail: yamani_kh@yahoo.fr

L'évapotranspiration est un terme significatif de l'étude du cycle de l'énergie et de l'eau. C'est un terme qui résulte à la fois de la demande climatique (rayonnement, température, etc.), de la réserve en eau utile du sol, mais également des besoins propres à chaque plante. Donc c'est un paramètre clé pour le couplage entre le bilan de masse et d'énergie d'une surface.

L'objectif de ce travail est l'estimation de l'évapotranspiration annuelle à l'échelle d'un bassin versant à travers la résolution de l'équation du bilan d'énergie par le biais du modèle SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). Pour extraire l'évapotranspiration, le modèle SEBAL intervient d'une manière séquentielle en calculant le rayonnement net, la densité de flux de chaleur dans le sol et la densité de flux de chaleur sensible et cela pour extraire, à partir de l'équation du bilan énergétique, la valeur du flux de chaleur latente à l'échelle du pixel. Ce modèle apparaît le mieux indiqué pour une réelle exploitation des données du satellite NOAA-AVHRR. Ce modèle est appliqué à la région de Brézina.

A cause de l'appauvrissement du sol et l'aridité de cette région, l'évapotranspiration déduite présente une valeur élevée. La comparaison des valeurs issues des méthodes utilisées et celles trouvées par les modèles empiriques où les mesures au sol valide la démarche d'exploration suivie. La qualité et la précision spatiale de ces cartographies utilisant l'imagerie NOAA-AVHRR ouvrent un large champ d'applications hydrologiques et leur extension peut être envisagée pour l'exploration de toute la région steppique.

Mots clés : bilan énergétique, évapotranspiration, cartographie, télédétection, SEBAL, Brézina

Caractérisation du bassin versant d'Oum Er Rbia via le SIG

Mohammed Yjjou^{1,*}, Rachid Bouabid², Abdellah El Hmaidi¹, Ali Essahlaoui¹

¹ Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Equipe de recherche Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, Laboratoire d'Ingénierie Géologique, BP 11201, Zitoune, 5000 Meknès, Maroc

² Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès ENAM, Km 10, Route Haj Kaddour, BP S/40, 5000 Meknès, Maroc

* E-mail : medyjjou@yahoo.fr

L'érosion hydrique constitue le principal facteur de la dégradation de la ressource sol. La présente étude propose d'évaluer l'ampleur du phénomène d'érosion au niveau du bassin versant Oum Rbia et à le spatialiser en élaborant des cartes de risques érosifs à travers deux voies complémentaires : (i) cartographie des différents facteurs liés au processus érosif en utilisant le SIG qui permet de stocker et de structurer les informations cartographiques de base, et d'intégrer les différentes caractéristiques du bassin versant ; (ii) mise en place d'une base de données interactive des facteurs de l'érosion, avec une localisation des zones susceptibles de produire les sédiments et évaluer les quantités de pertes en sols à l'hectare par l'intégration du modèle universel révisé de perte en sol (USLE) de Wischmeier et Smith (1978) dans le SIG.

La formule proposée par Rango et Arnoldus (1987) qui exige des données météorologiques sous forme des moyennes mensuelles et annuelles : $\log R = 1,74 \cdot \log \Sigma (P_i / P) + 1,29$

où R : agressivité pluviale ; P_i : moyenne des précipitations mensuelles en mm ; P : moyenne des précipitations annuelles en mm.

La répétition des expérimentations sur différents types de sols a permis à Wischmeier et Smith (1978) de développer une équation pour le calcul de l'érodibilité des sols :

$$100K = 2,1 \cdot M^{1,14} \cdot 10^{-4} (12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5 (c - 3)$$

où M = (%sable fin + limon) * (100 - %argile), a : Pourcentage de matière organique ; b : code de la perméabilité ; c : code de la structure.

La formule utilisée pour estimer ce facteur est celle proposée par Mitasova et al. (2002) qui considère que l'influence de LS en chaque point est fonction de la surface à l'amont contribuant au flux en ce point. Ainsi LS est définie comme suit :

$$LS = (m + 1) \cdot \left[\frac{A}{22.1} \right]^m \cdot \left[\frac{\sin(\beta)}{0.09} \right]^n$$

Où A est la surface à l'amont contribuant à l'accumulation du flux en un point donné ; B est la pente exprimée en radians

La répartition géographique des différentes classes du facteur d'érosivité des pluies par rapport à la superficie totale du bassin (Fig.1) est la suivante:

- (i) 93% de la superficie du bassin est soumise à une érosivité qui varie de 70 à 119;
- (ii) Seulement 7 % de la surface du bassin est soumise à une faible érosivité;
- (iii) la classe 100-119 qui témoignent d'une érosivité modérée représente 24% du bassin versant étudié.

Les résultats obtenus (Fig.2) montrent que plus de la moitié des sols du bassin versant, soit 59%, possèdent une érodibilité très élevée atteignant des valeurs comprises entre 0,4 et 0,5. Seulement 22% de la surface du bassin possède une érodibilité faible inférieure à 0,2.

Les résultats obtenus (Fig.3) montrent que 62% de la superficie du bassin versant fait partie de la classe 5 à 30. Par conséquent, la majeure partie dudit bassin est soumise à un grand risque d'érosion.

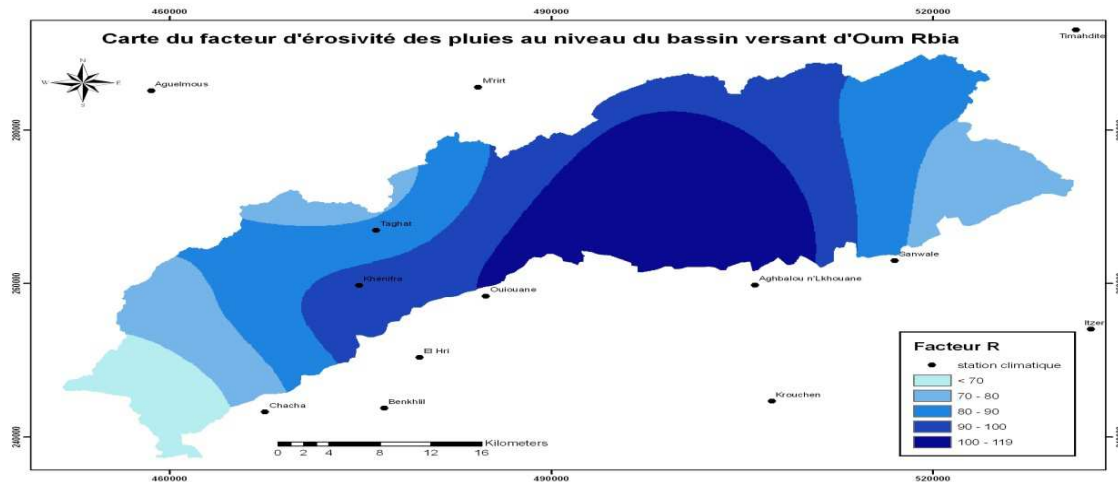


Fig.1

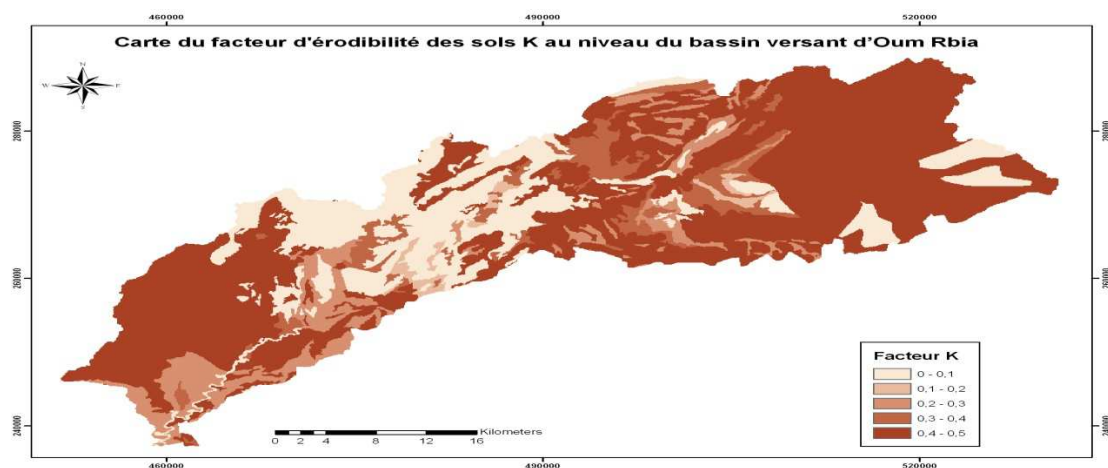


Fig.2

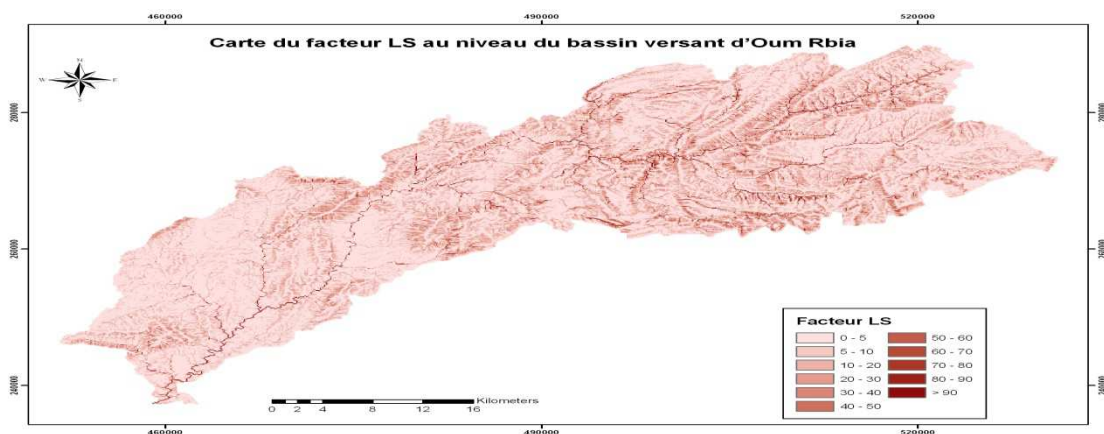


Fig.3

Rôle de la lithologie et de la fracturation dans l'acquisition de la minéralisation des eaux d'un aquifère gréseux en zone semi-aride. Exemple des gouttières synclinales du Continental Intercalaire d'Aïn Sefra, Algérie

Somia Yousfi ^{1,*}, Hamid Mansour ², Jacques Mudry ³, Rachid Kerzabi ²

¹ Laboratoire n°25 « PRHPM-LE-CT » Département des Sciences de la Terre et de l'Univers -Faculté SNV-STU, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

² Laboratoire hydrogéologie et environnement, Département des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement de Territoire, Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

³ UMR Chrono-Environnement, Université de Franche Comté, La Bouloie, 16 route de Gray, 25030 Besançon cedex, France

* E-mail: sou.yousfi@gmail.com

Les aquifères gréseux du Continental Intercalaire et du Continental Terminal de la région d'Aïn Séfra (Atlas Saharien occidental) renferment une importante ressource en eaux, destinée à l'AEP et à l'irrigation. Il s'avère que la minéralisation de certains points d'eau qui exploitent ces deux aquifères soit assez élevée.

L'objectif principal est de tenter d'expliquer l'origine de cette minéralisation. Les caractéristiques chimiques des eaux ont fait l'objet de différentes analyses statistiques. Dans une première approche, l'emploi de l'analyse en composante principale (ACP) met en évidence trois familles d'eau correspondant aux trois niveaux aquifères exploités. Dans une seconde étape, l'analyse factorielle discriminante croisée (AFD) caractérise l'importance et la dominance des paramètres responsables de cette minéralisation, en relation avec le cadre géostructural du système hydrogéologique des gouttières synclinales d'Aïn Sefra.

Mots clés : géostructural, semi-aride, Trias évaporitique, hydrochimie, analyse discriminante

Rôle du contexte géologique et climatique dans la recharge en zone semi-aride : exemple des monts Ksour, nord-ouest algérien

Somia Yousfi ^{1,*}, Jacques Mudry ², Hamid Mansour ³, Rachid Kerzabi ³

¹ Laboratoire n°25 « PRHPM-LE-CT » Département des Sciences de la Terre et de l'Univers -Faculté SNV-STU, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

² UMR Chrono-Environnement, Université de Franche Comté, La Bouloie, 16 route de Gray, 25030 Besançon cedex, France

³ Laboratoire hydrogéologie et environnement, Département des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement de Territoire, Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

* E-mail: sou.yousfi@gmail.com

La recharge naturelle des aquifères sous un climat semi-aride est le terme du bilan hydrique le plus délicat à déterminer et appréhender. Cette étude constitue une contribution à la détermination de la recharge potentielle des aquifères gréseux du Continental Intercalaire d'Aïn Séfra.

La méthodologie proposée est une approche d'interpolation spatiale et temporelle des données de précipitations journalières et de températures moyennes mensuelles mesurées à la station d'Aïn Séfra, durant trois années repères (sèche, moyenne et humide).

Cette étude nous a permis d'estimer, à partir des gradients pluviométrique et thermique la lame d'eau tombée sur les affleurements jurassiques d'une altitude moyenne de 1600 m, et les valeurs de l'ETP dans tout le bassin étudié.

La pluie efficace calculée, et le débit d'alimentation de l'aquifère par son impluvium calcaire en altitude et gréseux dans les dépressions, montrent que l'aquifère gréseux du Continental Intercalaire d'Aïn Séfra est alimenté principalement par les affleurements du Jurassique coiffant les dépressions gréseuses, durant les années pluvieuses où la précipitation annuelle dépasse 300 mm.

Mots clés : pluie efficace, interpolation spatiale, temporelle, zone semi-aride, Aïn Sefra

Utilisation des hétéropolyanions lacunaires pour l'élimination d'un effluent métallique : application sur le cadmium

Nacera Zabat ^{*}, Mostefa Abbessi

Laboratoire de recherche Génie de l'environnement, Département de Génie des Procédés, Faculté des Sciences
de l'ingénieur, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

^{*}E-mail : zabatnassira @ yahoo.fr

Les hétéropolyanions lacunaires de type Dawson sont des matériaux qui se prêtent parfaitement à des réactions d'addition conduisant à des composés mixtes. Cette propriété peut être exploitée pour fixer des métaux lourds susceptibles d'être présents en milieu aqueux, à des fins d'analyses qualitatives et quantitatives. A partir de deux ligands monovacants $(P_2W_{15}Mo_2O_{61})^{10-}$ et $(\alpha_2P_2W_{17}O_{61})^{10-}$, nous nous sommes intéressés à la complexation du cadmium (Cd). Cet élément métallique toxique est susceptible d'être présent dans les effluents liquides industriels.

Les complexes formés $(P_2W_{15}Mo_2Cd)^{8-}$ et $(\alpha_2P_2W_{17}Cd)^{8-}$ sont caractérisés par spectroscopie UV-Visible. Cette dernière permettra de déterminer les conditions optimales à la formation de ces complexes à savoir : pH du milieu réactionnel ; Stabilité en fonction du temps de complexation ; Stœchiométrie ou rapport ligand/métal et constante de stabilité des complexes formés.

Ces derniers paramètres sont également déterminés par spectroscopie UV-Visible, en utilisant des méthodes de calcul statistiques.

Mots clés : Hétéropolyanions, complexation, pollution des eaux, cadmium

Etude de l'élimination de polluants organiques par un charbon actif préparé à partir du résidu du café et un mélange charbon actif-bentonite activée à l'acide sulfurique

Hassina Zaghouane-Boudiaf *, Baya Bellam

Laboratoire de Génie des Procédés Chimiques (L.G.P.C), Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie

* E-mail: boudiafhassina2000@yahoo.fr

Les chlorophénols sont produits principalement dans les industries chimiques, comme les raffineries de pétrole, les matières plastiques, les produits pharmaceutiques et les pesticides. Les chlorophénols donnent un goût et une odeur désagréable à l'eau potable et peuvent exercer des effets négatifs sur les différents processus biologiques. De plus ces composés sont connus ou suspectés d'être cancérogènes pour l'homme. Ce sont des acides faibles et sont facilement absorbés par les voies digestives. La toxicité aiguë des chlorophénols entraînent une augmentation du rythme respiratoire, des vomissements et des nausées (Fawell et Hunt, 1998). Ils créent des problèmes complexes dans l'eau et peuvent causer la mort de la vie aquatique par inhibition des activités normales de la population microbienne. Leur toxicité augmente généralement avec le degré de chloration. Le 2,4,5-trichlorophénol (TCP) est principalement utilisé comme fongicide dans l'industrie du papier et comme un précurseur dans l'industrie des herbicides. Des concentrations de TCP ont été trouvées dans l'eau potable à plusieurs endroits dans le monde, et ils présentent un risque majeur tant pour la santé humaine que pour l'environnement. Le 2,4,5-TCP a été classé par l'EPA (EPA, 1980) comme l'un des 31 polluants hautement prioritaires. Diverses méthodes physico-chimiques ont été proposées pour le traitement des eaux contenant des déchets phénoliques. Il est maintenant largement reconnu que les processus d'adsorption sont très utilisés pour l'élimination de chlorophénols des eaux.

Notre présent travail a pour objectif l'étude de l'adsorption du TCP sur un charbon actif préparé à partir du résidu du café, puis sur un mélange charbon actif et bentonite activée. Les adsorbants ont été caractérisés par BET et analyse chimique. L'influence de différents paramètres sur l'adsorption a été étudiée. Les isothermes d'adsorption sont bien décrites par le modèle de Langmuir et les capacités d'adsorption sont assez importantes montrant qu'il est possible dans l'avenir de remplacer le charbon actif commercial par le charbon actif issu du résidu du café pour la dépollution des eaux. De plus, nous savons que le résidu du café est un produit non polluant (préserve notre planète) et peu coûteux.

Mots Clés : adsorption, charbon actif, résidu de café, 2,4,5-trichlorophénol, isotherme

Références

- EPA, 1980. Ambient water quality for chlorinated phenols. US Environmental Protection Agency. Available from: <http://www.epa.gov/ost/pc/ambientwqc/chlorinatedphenols80.pdf>.
Fawell J.K., Hunt S., 1998. Environmental Toxicology: Organic Pollutants, 1st ed., Ellis Horwood, Limited: Chichester, England, 398p.

Caractérisation hydrochimique des aquifères mio-plio-quaternaires de la haute plaine de Bir Chouhada, Souk Aamane et Ouled Zouai, Wilaya d'Oum Elbouaghi, nord-est algérien

Nadjet Zair *, Salah Chaab, Badra Attoui

Département de Géologie, Faculté des Sciences de la terre, Université Badji Mokhtar, BP 12 El-Hadjar, 23000 Annaba, Algérie

* E-mail : nadjetzair@hotmail.fr

L'eau est une matière première de grande importance pour la survie des êtres humains et de leur environnement. L'accroissement démographique dans la région d'étude nécessite un besoin d'eau de plus en plus croissant. Ce travail consiste en une étude de la qualité des eaux des nappes aquifères mio-plio-quaternaires de la région d'étude. Les ressources du secteur sont représentées par les nappes, libres pour les besoins en irrigation et en eau potable, et profondes des massifs carbonatés qui se trouvent au centre du secteur et dans la partie nord-ouest, sont exploitées pour les besoins en eau d'irrigation et potable. L'étude hydrochimique de la région qui est basée sur l'analyse et l'interprétation de 57 échantillons montre la prédominance des éléments chimiques (Na^+ , Cl^- , HCO_3^- et Ca^{2+}) et des faciès chloruré sodique et chloruré calcique.

L'origine de la salinité des eaux est due principalement à la dissolution des formations gypso-salifères d'âge triasique, qui constituent le substratum de la nappe alluviale dans la région située au sud et à l'est des deux chotts et où les évaporites affleurent.

Le mécanisme de contamination de la nappe par les fortes teneurs en chlorures et en sodium est essentiellement lié à la remontée, par capillarité, des eaux circulant au contact du substratum triasique, localisé dans la région des deux chotts en été et par le lessivage de ces mêmes terrains par les eaux de ruissellement en hiver. Par ailleurs, le faciès bicarbonaté calcique est très répandu au nord de Souk Naamane et au voisinage des reliefs crétacés. L'aquifère calcaire alimente la nappe superficielle, ce qui influe probablement sur les échanges de base $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Na}^+$ et $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$.

Le faciès chloruré sodique apparaît également à l'ouest de Bir Chouhada, où l'aquifère des calcaires lacustres renferment du gypse salifaire diffus. Les paramètres de pollution se présentent avec des teneurs très élevées surtout en nitrates et en ammonium.

La majorité des points d'eau présente une mauvaise qualité de l'eau pour l'irrigation et pour l'alimentation en eau potable à cause de leur salinité et résidu sec très élevé. Seuls les forages profonds réalisés sur les bordures de la plaine près des reliefs crétacés ou dans les horsts de Djebel Amsid, permettent d'extraire des eaux de bonne qualité chimique.

La cartographie des zones de vulnérabilité de la nappe a révélé trois zones de vulnérabilité différente. Les zones de vulnérabilité modérée occupent la majorité de la surface totale de la plaine, alors que les zones à faible et forte vulnérabilité occupent le reste de cette surface.

Les mesures de conductivité montrent des valeurs élevées (600-11200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et du résidu sec (510-5944 mg/L) témoignent de l'influence des Chotts.

Mots clés : hydrochimie, vulnérabilité, faciès

Effet des fertilisants chimiques sur l'eau potable et l'eau d'irrigation dans la région d'El

Amra, wilaya d'Ain Defla, Algérie

Ahlam Zatout ^{1,*}, Abdallah Ouagued ²

¹ Laboratoire eau et environnement, Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Hassiba Benbouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

² Laboratoire de Génie chimique, Faculté des sciences, Université Hassiba Benbouali, BP 151, 2000 Chlef, Algérie

* E-mail: zatout_ahlam@yahoo.fr

El Amra est une commune de la wilaya d'Ain Defla, située à environ 15 km au nord-ouest de la wilaya. Elle est caractérisée par ses larges champs de diverses cultures qui présentent 77% de la superficie totale de la commune. A El Amra, l'emploi des fertilisants chimiques est rentré dans les habitudes des producteurs agricoles. La quantité des engrais utilisés a été évaluée à 32569 tonnes.

L'objectif de la présente étude a été d'étudier l'effet combiné des applications des engrais de type NPK 15*15 sur la qualité des eaux de consommation et d'irrigation et pour développer cet aspect, un échantillonnage a été effectué dans les eaux de forage et de bassin d'eau d'irrigation afin de réaliser plusieurs analyses physico-chimiques.

Les résultats ont montré la présence d'une pollution par les engrais chimiques dans les eaux de consommation et les eaux d'irrigation, principalement par les nitrates et phosphores avec des teneurs qui atteignent les normes de l'OMS, et une forte minéralisation présentant une mauvaise potabilité.

Mots clés: fertilisants chimiques, eau souterraine, eau d'irrigation, nitrates, phosphore, El Amra

Caractérisation des bactéries métallo-résistantes isolées des eaux usées de Oued El Harrach et biosorption du cadmium

Amina Zergui ^{1,*}, Ismahane Attoui ², Yamina Benmalek ², Hocine Hacene ²

¹ Université d'Oran Sénia, BP 1524 El M'Naouer, 31000 Oran, Algérie

² Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene USTHB, BP 32, El Alia, 16111 Alger, Algérie

* E-mail: solacola@live.com

Les métaux lourds, et plus particulièrement le zinc, le cadmium, le chrome et le plomb ont fait leur apparition ces dernières années à des concentrations anormalement élevées dans l'environnement, ce qui pose un vrai problème et un grand risque sanitaire pour l'homme.

Face à cette situation alarmante à l'échelle mondiale, plusieurs travaux de recherche se font dans les différents laboratoires dans le but de développer des méthodes et des techniques de dépollution efficaces et moins coûteuses.

Certains micro-organismes sont capables de résister à ces agents antimicrobiens très toxiques et peuvent être utilisés dans les processus de biorémediation de l'environnement.

Ce travail nous a permis d'isoler et de caractériser 40 souches métallo-résistantes des eaux usées d'Oued El Harrach (site I) à raison de 10 souches par métal (Pb^{2+} , Cr^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+}), qui ont fait l'objet de ce travail par une étude morphologique, physiologique et biochimique. La caractérisation des souches a montré que leur majorité était à Gram- (32 sur 40 souches), 63.5% sont aéro-anaérobies gazogènes, 77.5% sont catalase+, 60% sont capables de réduire les nitrates au stade N_2 . Ces bactéries se rapprochent des membres de la famille des *Enterobacteriaceae*, *Vibrionadaceae*, *Aeromonadaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Bacillaceae* et les *Micrococcaceae*.

En ce qui concerne la CMI, on a relevé des résistances à 1000 $\mu g/mL$. Pour le zinc, le seuil de résistance enregistré est de 250 $\mu g/mL$, contrairement au cadmium où il ne dépasse pas les 200 $\mu g/mL$. Toutes les souches métallo-résistantes caractérisées co-résistent aux 3 autres sels métalliques étudiés. On a noté aussi une forte résistance aux familles d'antibiotiques testées (aminosides, lincosamides, pénicillines, céphalosporine, hydroxyquinolones, quinolones, tétracycline, fusidamines), qui est totale pour les lincosamides et les fusidamines.

La souche 40 Pb^{2+} résistante est insensible à tous ces antibiotiques.

Pour l'étude de la biosorption du cadmium, une seule souche multirésistante (S32) a été sélectionnée et retenue. Elle représente en effet un très bon biosorbant, puisque 0.1 g de matière sèche a biosorbé environ 50 mg/L en quelques minutes à un pH optimum=5.5, donc 1 kg peut immobiliser environ 5.10^5 mg/L d'ions de cadmium.

Modélisation et optimisation de la conductivité des eaux naturelles de l'Oued Bouregreg (Rabat, Maroc) en fonction de quelques anions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- et NO_3^-)

Nabih Zerki^{*}, Rahma Bchitou, Ahmed Bouhaouss

Laboratoire de Chimie Physique Générale, Matériaux, Nanomatériaux et environnement, Département de chimie, Faculté des Sciences, Université Mohammed V - Agdal, Rabat, Maroc.

^{*} E-mail: nabih_smc@hotmail.com

L'Oued Bouregreg est située sur la côte atlantique marocaine entre Rabat et Salé. D'une longueur de 24 km et d'une largeur moyenne de 150 m, ce fleuve reçoit les rejets liquides, solides et les retombés atmosphériques de nombreux travaux d'aménagement ainsi que les activités industrielles et agricoles, présentant une menace pour cet écosystème.

Cette étude a pour objectif, en premier temps, de suivre la variation de la conductivité des eaux naturelles de l'Oued Bouregreg en fonction de la concentration de quelques anions (chlorures (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-}), hydrogénocarbonates (HCO_3^-) et nitrates (NO_3^-)) pour déterminer les ions qui ont un effet sur ce paramètre physico-chimique. En deuxième temps, appliquer la méthode des plans d'expérience et les courbes d'isoréponses pour la modélisation et l'optimisation de ce paramètre en fonction des anions analysées dans les eaux naturelles de Bouregreg.

Mots clés : conductivité, eau naturelle, anions, modélisation, optimisation

Simulation numérique de diffusion d'un polluant dans les eaux des rivières

Samah Zermane^{*}, Abdesslem Hassen Meniai

Laboratoire de l'ingénieur des Procédés d'environnement (LIPE), Institut de Chimie industrielle,
Université Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

^{*} E-mail : Zermanesamah@yahoo.fr

La pollution a des conséquences multiples, pouvant provoquer des effets nocifs sur la santé des humains et des animaux, sur le développement de la végétation et sur l'état des matériaux.

Pour éviter ces conséquences il faut d'abord estimer les causes, les types et les différentes méthodes de propagation de la pollution.

Dans ce travail, nous avons modélisé la diffusion des différents types de pollution : pollution dans les sols, pollution dans les rivières (dans l'eau) et pollution atmosphérique (dans l'air), pour différents régimes d'écoulement. Des bilans de transfert de la matière par la loi de Fick et l'équation de transport ont été établis dans chaque cas où l'on utilise des conditions aux limites.

L'étape suivante concerne la résolution analytique et la comparer avec celle numérique basée sur la discrétisation des équations différentielles par la méthode des différences finies, en utilisant le schéma explicite, résolues après par la méthode de Gauss-Seidel. D'abord nous avons étudié le cas d'un régime convectif pur ($U > 10^{-7} \text{ m/s}$), diffusif pur, puis un cas d'un régime convectif-diffusif ($U \cong 10^{-7} \text{ m/s}$), enfin nous avons présenté la distribution de la concentration en fonction de la position, temps, vitesse d'écoulement, et coefficient de diffusion, etc.

Les résultats sont obtenus à partir de codes créés en langage Fortran ou la stabilité du schéma explicite est vérifiée.

Mots clés : pollution, loi de Fick, résolution analytique, discrétisation, différences finies, stabilité d'un schéma, méthode de Gauss-Seidel

Impact des faibles volumes d'eau pompés sur la richesse des invertébrés hyporhéiques à l'amont de Oued Tafna, nord-ouest algérien

Amine Zettam *

Département d'Ecologie et Environnement, Université Abou Bakr Belkaid, BP 230, 13000 Tlemcen, Algérie

* E-mail: zettam.amine@gmail.com

Notre travail a pour objectif de voir l'impact des faibles volumes d'eaux pompées à l'aide de la pompe Bou-Rouch sur l'hyporhéos dans une station amont de l'Oued Tafna (Ghar Boumaaza).

La technique Bou-Rouch nous a permis de faire une étude comparative de l'hyporhéos de cinq volumes pompés (1, 2, 3, 4, 5 L) où nos évaluations ont prouvé que la part de la richesse taxonomique augmente du premier jusqu'au troisième litre, ensuite soit elle se stabilise ou elle augmente timidement après le troisième volume, où l'on peut dire que le volume de 5 L serait le plus approprié pour faire des prélèvements dans la zone hyporhéique. De plus cette technique nous a donnés l'avantage de prélever l'hyporhéos à deux profondeurs (30 cm, 60 cm). Les résultats trouvés prouvent que la profondeur de 30 cm est la plus riche et la plus diversifiée en espèces quelques soit le point de prélèvement.

Mots clés : milieu hyporhéique, hyporhéos, méthode Bou-Rouch, Ghar Boumaaza, Oued Tafna

Impact des eaux salines sur l'accumulation de quelques osmolytes chez la tomate cultivée en hors-sol

Ahmed Zouaoui *, Sid Ahmed Snoussi

Laboratoire de Biotechnologie des Productions végétales, Département des Sciences agronomiques, Faculté des Sciences Agrovétérinaires, Université Saad Dahleb, 9000 Blida, Algérie

* E-mail: z.ahmed09@yahoo.fr

La salinité des eaux et des sols représente un problème majeur particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Elle exerce des effets nuisibles sur les plantes et par conséquent une diminution de la production végétale.

Pour déterminer la tolérance aux sels des plantes, quelques types d'eaux dans les régions arides ou semi-arides, on été analysés et reconstitués sur le site expérimental afin de les tester naturellement sur une variété de tomate "Saint-Pierre". Ensuite, ces eaux naturelles on été transformées en solutions nutritives selon les techniques appropriées et testées de nouveau sur la même variété.

L'étude a portée sur l'irrigation des plants de la variété testée par sept traitements durant tout le cycle végétatif, répartis en trois catégories :

- (i) trois traitements salins naturels (T1, T2 et T3) composés respectivement de sels nocifs (Na_2SO_4 , MgCl_2) ; (NaCl , MgSO_4) et (NaCl , Na_2SO_4) ;
- (ii) trois traitements salins corrigés (T1C, T2C et T3C) ;
- (iii) témoin, une solution nutritive standard (T4), pour comparer les résultats.

La réaction des plantes a été évaluée par des mesures biométriques (biomasse fraîche, sèche et taux de matière sèche) et quelques dosages biochimiques (dosage de la proline et des sucres solubles dans les différents organes de la plante ainsi que le dosage de la chlorophylle) durant trois périodes différentes à savoir : 50 jours après semis (1^{ère} coupe) correspondant au stade de développement végétatif, 63 jours après semis (2^{ème} coupe) correspondant au stade début-floraison et 163 jours après semis (3^{ème} coupe) correspondant au stade final.

Les résultats obtenues montrent que la correction des traitements salins naturels provoque d'une part une meilleure croissance morphologique des plants traduite par une biomasse fraîche et sèche importante; et d'autre part, une hausse des teneurs des composés protéiques (proline), glucidiques (sucres solubles) et des pigments chlorophylliens (A, B et caroténoïdes) de la culture de tomate, proportionnellement aux concentrations totales en sels.

En revanche, les traitements salins naturels induisent des pertes chlorophylliennes des plantes, des troubles morphologiques et des perturbations physiologiques de nombreux composés métaboliques primaires et secondaires.

Mots clés: salinité, tomate, proline, sucres solubles, chlorophylle

Le déséquilibre de la nappe de Souf et la mise en péril environnementale

Derradji Zouini *

Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Laboratoire de Recherches Géologiques LRG,
Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Annaba, Algérie

* Email : zouinid@yahoo.fr

La région de Souf du Sahara septentrional algérien a une économie qui repose essentiellement sur la phoeniciculture pratiquée dans des Ghout, système traditionnel ingénieux de développement agricole en milieu aride. L'irrigation repose sur l'exploitation des eaux de la nappe superficielle captée à quelques mètres de profondeur dans les sables dunaires. Cette nappe aquifère assure en quelque sorte l'équilibre entre les besoins et les ressources en eau rare. Ces dernières années la région a connu un développement économique induisant une croissance démographique et urbaine. Pour faire face à cette situation les autorités ont eu recours à l'exploitation des eaux des nappes profondes fossiles. En l'absence d'un réseau d'assainissement adéquat de l'agglomération de Souf et un système de drainage agricole en très faible pente font que les eaux aboutissent dans la nappe superficielle provoquant son déséquilibre par le gonflement, l'inondation des Ghout et la pollution de ses eaux. Cette situation critique constitue une véritable menace pour la santé et la vie des populations : apparition de maladies à transmission hydrique, dégagement d'odeur, prolifération des moustiques, détérioration du tissu urbain traditionnel et impact négatif sur l'économie et le savoir faire agricole local.

La gestion et la maîtrise d'un tel risque en milieu aride nécessite une réflexion judicieuse pour l'atténuation du phénomène, la protection de la nappe phréatique, le développement agricole en réutilisant les eaux après épuration, assurer le drainage agricole, améliorer le cadre de vie des populations.

Mots clés : remontée des eaux, nappe superficielle, santé, drainage, Ghout, gestion, Souf