

## Rapport final

Contrat numéro :

Convention N° CF 92231007A, eOTP 10B00712AUF, CC 2231007AP

<b>Titre</b> : Evolution de la ressource en eau dans la zone méditerranéenne méridionale : diagnostic et proposition d'outils de gestion
<b>Période du contrat</b> : 2011-2012
<b>Coordinateur du projet</b> : Nom et Prénom : LAIGNEL Benoît Institution: Université de Rouen Adresse : UMR CNRS 6143, Département de Géologie, Université de Rouen, Bâtiment IRESE A, Place E. Blondel, 76821 Mont Saint Aignan Cedex Téléphone: 0033 235146730 ou 0033 619197809 Télécopie: 0033 235147022 Courriel : benoit.laignel@univ-rouen.fr
<b>Institution partenaire 1</b> : Nom et Prénom : MADANI Khodir Institution: Université Abderrahmane Mira de Béjaia Adresse : Laboratoire Biochimie Biophysique Biomathématiques et de Scientométrie (3BS) ; Equipe : Génie de l'Environnement, Faculté des Sciences de la vie, Université de Béjaia, Route tergua ouzemmour, 06000 Béjaia , Algérie Téléphone: 002137727186224 Courriel : madani28dz2002@yahoo.fr
<b>Institution partenaire 2:</b> Nom et Prénom : MEBARKI Azzeddine Institution: Université Mentouri de Constantine Adresse : Faculté Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Département Aménagement du Territoire, Université Mentouri de Constantine, Route Ain El Bey, 25017 Constantine Téléphone: 213 (0) 31900261 ou mobile : 213 (0) 772443402 Télécopie: 213 (0) 31900590 Courriel : mebarki_azzeddine@yahoo.fr
<b>Institution partenaire 3</b> Nom et Prénom : LAFTOUHI Nour-Eddine Institution: Université Cadi Ayyad de Marrakech Adresse : Département de Géologie, Laboratoire GEOHYD, Faculté des Sciences Semlalia, BP. 2390 Marrakech 40000 MAROC Téléphone: 212 24.43.46.49 (460) Télécopie: 212.24.43.74.11 Courriel : noureddine.laftouhi@ucam.ac.ma
<b>Institution partenaire 4</b> Nom et Prénom : GAALOUL Nouredine Institution: INRGREF, Université de Carthage de Tunis Adresse : I.N.R.G.R.E.F, Sciences et Techniques de l'Eau, Rue Hédi Karray . B.P.10 - 2080 Ariana - Tunisie Téléphone: (+216) 98.435.772 / (+216) 26.066.838 Télécopie: (+216) 71.717.951 Courriel : gaaloul.noureddine@iresa.agrinet.tn

## Rappel des objectifs initiaux du projet (10 lignes maximum)

L'objectif général était de réaliser un diagnostic de l'évolution quantitative et qualitative des ressources en eau (superficielle et souterraine) de la zone sud méditerranée (Maghreb), au travers de l'étude de 4 bassins versants situés dans des contextes physiques et socio-économiques variés. Il se déclinait en 4 objectifs, dont deux fondamentaux, un appliqué et un pédagogique : (1) Confection d'une base de données numérique et cartographique de paramètres hydro-météorologiques et géomorphologiques sur les bassins étudiés ; (2) Etude de l'évolution spatio-temporelle quantitative et qualitative de la ressource en eau superficielle et souterraine en relation avec le changement climatique et l'impact anthropique ; (3) Proposition d'outils d'aide à la décision aux administrations pour une gestion optimisée et intégrée du bassin versant et de sa ressource en eau et des risques associés ; (4) Formation par la recherche, reposant sur des échanges de compétences et de formations complémentaires entre les universités concernés, et la formation de doctorants.

**Résultats obtenus** [Décrivez les résultats d'un manière très concrète (Exemple : méthodologie originale, technique, connaissance nouvelle, un produit (logiciel,...), nouveau cursus,...]

### **(1) Confection d'une base de données numérique et cartographique de paramètres hydro-météorologiques et géomorphologiques**

Les données hydro-météorologiques et géomorphologiques ont été rassemblées et compilées sous la forme d'une base de données numérique et cartographique à deux échelles différentes, celle du bassin versant dans sa globalité et celle de sous bassins versants considérés comme d'intérêt stratégique scientifiquement pour l'étude des ressources en eau. Ce choix à deux échelles a été également imposé par le type et la densité des données qui n'est pas la même selon l'échelle.

Trois types de données ont été centralisés dans les bases de données numériques :

- des données météorologiques : précipitations, température de l'air, évapotranspiration
- des données hydrologiques : hauteur d'eau ou débit des rivières, niveau piézométrique des nappes souterraines, données qualitatives tels que pH, MES, DBO, DCO, O<sub>2</sub> dissous, faciès hydrochimique (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>), métaux (Na, K, Mg, Li, Zn, Hg, Cu, Pb), nitrate, phosphate, MO, HAP (selon les données disponibles par bassin : il va de soi que selon les bassins, les données qualitatives sont plus ou moins nombreuses et ponctuelles et que la base de données sur ce point est différente) ;
- des données géomorphologiques, prises au sens large : morphologie (aire, pente...), géologie, occupation du sol (forêt, prairie, cultures, zones urbanisées), aménagement (barrage...) des bassins,
- des données socio-économiques (densité de population, industries...).

Il est maintenant possible d'envisager la réalisation d'un atlas sur l'eau et l'environnement sur les bassins étudiés. A ce titre, la Région Haute-Normandie vient de signer une convention qui vise à financer un atlas « Environnement et Eau sur le bassin de la Soummam ».

### **(2) Etude de l'évolution spatio-temporelle quantitative et qualitative de la ressource en eau superficielle et souterraine en relation avec le changement climatique et l'impact anthropique**

A l'échelle du globe, même si les effets du changement climatique (CC) peuvent être perçus de manière diverse suivant les régions du monde ou la nature des outils utilisés, celles-ci sont en accord sur : 1) le principe de l'existence de ce changement (observable dans la température et les précipitations), 2) ces conséquences sur les hydrosystèmes (modification de la température de l'eau, du débit des fleuves, du niveau des nappes souterraines et de la mer). La zone méditerranéenne, reconnue comme zone de hot spot du CC, devrait connaître d'ici 2100 une hausse moyenne des températures de 3 à 4 °C, une baisse des précipitations et une augmentation des événements extrêmes. L'effet combiné du CC et de l'impact anthropique entraînerait une pénurie d'eau pour environ 290 millions de personnes.

A l'échelle des bassins étudiés (Soummam et Khébir Rhumel en Algérie, Tensift au Maroc, Cap Bon en Tunisie), on constate une baisse et une détérioration de la qualité des ressources en eau, sans qu'il soit possible de quantifier la part des facteurs climatique et anthropique.

Sur les chroniques de pluie, on dégage une période commune de grande sécheresse pour les différents bassins étudiés, mais également pour quasiment toutes les stations météorologiques des 3 pays. Cette période de sécheresse commence au milieu ou à la fin des années 80 et se termine au début ou au milieu des années 2000. On assiste ensuite à un retour à des années plus humides. Cependant, il semble se dessiner que ce retour à des années plus humides est davantage lié à des événements orageux, plutôt qu'à de faibles pluies d'hiver, ayant pour conséquence du ruissellement et des inondations au lieu d'une recharge effective des nappes.

De plus, une analyse de la variabilité hydrologique menée sur deux des bassins (Soummam et Tensift), par analyse en ondelette, a mis en évidence des bandes de fréquences identiques dans les précipitations et le débit à 1, 2-3, 5-7 et 15 ans, qui sont la signature de la NAO (Oscillation Nord Atlantique). Deux discontinuités majeures sont observées autour de 1970 et 1990. Ces discontinuités, également présentes dans d'autres hydrosystèmes de part et d'autre de la Méditerranée et de l'Atlantique et dans la NAO, peuvent être qualifiées de ruptures climatiques globales.

Dans le détail, sur le bassin de la basse vallée de la Soummam, au delà de la diminution quantitative de la ressource, il a été surtout démontré une forte détérioration de la qualité des eaux de surface et souterraines. Les eaux de surface de l'oued de la basse Soummam sont fortement polluées en relation avec les rejets domestiques et industriels non épurés. Ces eaux sont inaptes à la plupart des usages (baignade, irrigation, abreuvement...) et peuvent constituer, pour certains paramètres et sur certains sites, une menace pour la santé publique et l'environnement. Les eaux souterraines de la basse Soummam présentent également une qualité médiocre pour un certain nombre de paramètres (O, HCO<sub>3</sub>, Ca, SO<sub>4</sub>, DCO, Cl, Cd, Pb, Fe > norme de potabilité) dans 59 à 100 % des puits. Tout comme pour les eaux de surface, nous constatons une variabilité spatiale qui se marque par une dégradation de la qualité de l'amont vers l'aval en relation avec des origines différentes : l'amont présente une minéralisation naturelle des eaux (contexte géologique), tandis que l'aval est affecté par une pollution anthropique (rejet industriel et domestique principalement et agriculture). Les eaux et MES (Matières En Suspension) du port de Béjaia présentent des teneurs inquiétantes en HAP et métaux lourds (comme par exemple, Pb : 738 à 6700 mg/kg ; Ni : 27 à 24138 mg/kg).

Sur le bassin du Kébir-Rhumel, notre travail s'est concentré sur le bilan hydrologique de l'oued et l'exploitation des eaux de surface en prenant l'exemple du barrage de Hammam Grouz. Ainsi, concernant l'oued, les apports hydrologiques sont modestes (0,36 m<sup>3</sup>/s à la station d'El Khroub ; 1,5 m<sup>3</sup>/s à Ain Smara) dans la région des Hautes Plaines semi-arides où se conjuguent faiblesse des précipitations (moins de 400 mm/an), importance de l'évapotranspiration et influence des prélèvements (captage de sources karstiques et pompages dans l'oued à des fins d'irrigation). Le module s'accroît en domaine climatique subhumide (5,5 m<sup>3</sup>/s à Grarem). Plus au Nord, à l'aval de la confluence Rhumel-Enndja, l'oued El Kébir est renforcé par de puissants affluents issus de secteurs montagneux bien arrosés. L'apport enregistré à El Ancer, station la plus proche de la mer, atteint 26,2 m<sup>3</sup>/s soit 830 hm<sup>3</sup> par an. La qualité des oueds est fortement influencée par les rejets d'eaux usées des agglomérations (ville de Constantine dans le bassin moyen) et des industries. Dans le domaine de l'exploitation des eaux de surface, une étude détaillée a été axée sur le bassin du haut Rhumel (1130 km<sup>2</sup>) dont les apports sont, depuis 1987, contrôlés par le barrage de Hammam Grouz, destiné à l'AEP de la ville de Constantine. Le bassin renferme des formations karstiques à partir desquelles émergent plusieurs sources, en partie thermales. Le fonctionnement du barrage a été étudié à travers les données du bilan de régularisation des débits du Rhumel sur la période 1987-2010. Après le sévère déficit qui a caractérisé quinze années d'exploitation de la retenue, l'année très pluvieuse 2002/03 a été exceptionnelle dans la vie de l'ouvrage qui a connu ses premiers déversements de crue et l'apparition de gouffres (vortex). D'importants volumes de fuites d'eau karstiques (7,4 hm<sup>3</sup> en 2002/03 ; 32,3 hm<sup>3</sup> en 2003/04 et 26,2 hm<sup>3</sup> en 2004/05) ont été mis en évidence, à partir des bilans d'eau du réservoir. Ils sont bien plus importants que ceux mesurés par l'ANRH sur les sources du Hammam, émergeant à l'aval de la digue en béton. Malgré les solutions préconisées pour préserver l'étanchéité de la cuvette (voile d'injection, colmatage des vortex), le problème de déstockage du barrage de Hammam Grouz est loin d'être maîtrisé.

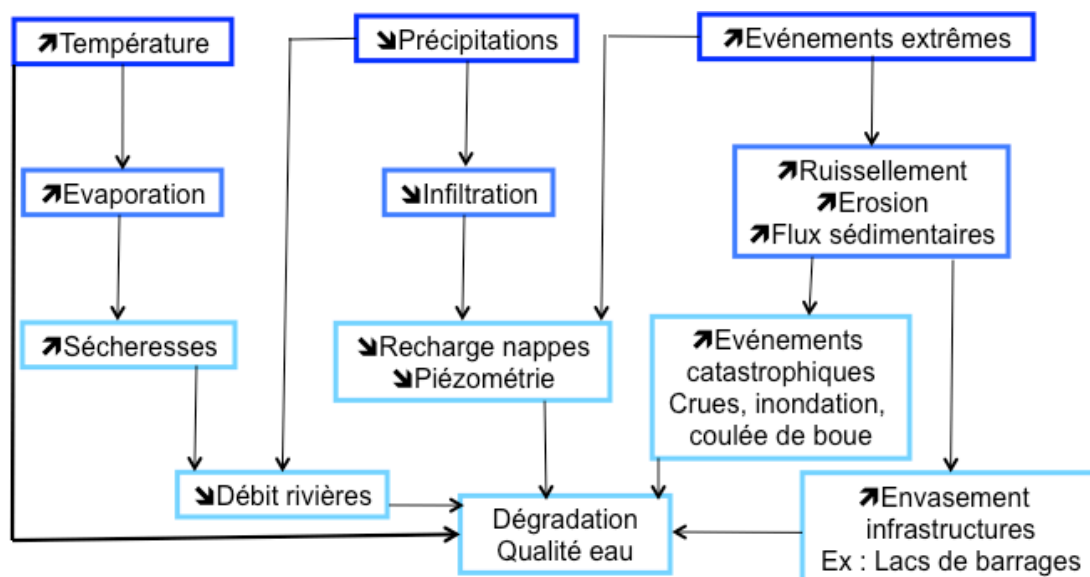
Sur la bande côtière du Cap Bon et ses bassins, durant les dernières décennies, suite à des déficits permanents d'eau de surface, exacerbés par la sécheresse, l'homme s'est tourné vers les eaux souterraines (nappes phréatiques à accès libre). La demande croissante a alors entraîné une surexploitation chronique des eaux souterraines. Le travail a ainsi porté préférentiellement sur l'évolution piézométrique et la salinité des eaux souterraines, problème majeure pour cette région à affinité agricole. Des cartes de l'évolution spatio-temporelle de la hauteur d'eau de la nappe superficielle et de sa salinité ont été réalisées. Les résultats montrent une diminution de la hauteur d'eau (et donc de la ressource souterraine : baisse des niveaux piézométriques de - 0,5 à - 1 m/an) et une augmentation de la salinité au cours du temps (jusqu'à 7 g/l). Ces phénomènes sont attribués

principalement à l'impact anthropique et à l'intrusion saline qui en découle, mais ceci a été vraisemblablement exacerbé par la longue période de sécheresse en lien avec le changement climatique.

Les travaux menés sur le bassin du Tensift dans la région de Marrakech, mais également dans d'autres régions du Maroc, montre clairement une diminution des ressources en eau de surface et souterraine. Ainsi, les impacts anthropique et climatique très forts sur la ressource ont contribué à un rabattement de la nappe du Haouz (Marrakech) de plus de 15 m depuis les années 80 et de près de 80 m de la nappe du Saiss (Fès) depuis les années 70. Le retour à des années plus humides au milieu des années 2000 ne permet pas une recharge de la nappe, juste de ralentir la baisse des eaux lors des années humides. Cette baisse semble inexorable en relation avec une augmentation du nombre de points de prélèvements et une augmentation du volume pompé pour les activités humaines.

### (3) Proposition d'outils d'aide à la décision aux administrations pour une gestion optimisée et intégrée du bassin versant et de sa ressource en eau et des risques associés

Plus que de proposer des outils de gestion qui semblaient prématurés dans le contexte actuel, nous avons réalisé des campagnes de sensibilisation au près des décideurs. Par exemple, un schéma des impacts du changement climatique sur les ressources en eau a été produit (figure ci-dessous) afin de sensibiliser les décideurs à ce problème. Ceci doit permettre de lancer une réflexion sur la préservation et la protection de la ressource en eau et d'envisager une stratégie de gestion adaptative de la durabilité des eaux de surface et souterraines dans le cadre des futurs changements climatiques et de l'évolution des activités humaines.



Données d'entrée climatiques

Processus

Conséquences sur la ressource

Laignel et al., 2012, Colloque Eau et Climat, Regards croisés Nord-Sud

Par ailleurs, la base de données numérique et cartographique de paramètres hydro-météorologiques et géomorphologiques des bassins étudiés sera un outil précieux pour les gestionnaires de l'eau qui pourront avoir à disposition l'ensemble des données existantes sur ces bassins versants.

### (4) Formation par la recherche, reposant sur des échanges de compétences et de formations complémentaires entre les universités concernés, et la formation de doctorants

Le bilan de la formation est détaillée ci-après (après les tableaux des indicateurs).

**Problèmes rencontrés si le programme s'éloigne des objectifs initiaux (1 page maximum) Proposition d'actions correctrices**

**Les objectifs scientifiques initiaux ont été remplis. En revanche, nous avons été confrontés systématiquement à des soucis pour obtenir les visas des doctorants pour leur stage en France, si bien que les séjours ont du être écourtés pour deux d'entre eux.**

Mlle Amira Mekni (Doctorante tunisienne) a du se présenter par deux fois à l'Ambassade de France en Tunisie, son visa ayant été refusé la première fois. Nous avons décalé légèrement son stage et elle a pu effectuer les 1,5 mois prévu fin 2011.

En 2011, Mlle Mihoubi (Doctorante algérienne) s'est présentée par 3 fois au Consulat de France d'Annaba et a essuyé à chaque fois un refus de visa, bien que nous lui ayons fourni tous les documents nécessaires. M. Thierry Bonneil-Mas, après que je l'ai sollicité avait même fourni une lettre expliquant que le séjour de Mlle Mihoubi était réalisé dans le cadre de l'AUF, mais ceci n'a rien changé au problème. Par ailleurs, après le premier refus, j'ai contacté le Consulat qui m'a assuré que c'était une erreur et qu'il n'y aurait aucun problème pour l'obtention du visa lorsque Mlle Mihoubi reviendrait au Consulat. Malgré cela et par deux autres fois, le visa lui a été refusé. Nous avons alors du décaler et écourter le stage de Mlle Mihoubi à l'année suivante. Du fait de sa nouvelle situation de Maître Assistante et non uniquement de doctorante, elle a alors obtenu un visa et effectué 15 jours de stage en septembre à Rouen (le stage a été écourté car ce problème a entraîné l'achat de 2 billets d'avion, le premier ayant été annulé et non remboursé).

Mlle Zineb Zamrane (Doctorante marocaine) a également eu des problèmes administratifs pour obtenir son visa, si bien qu'elle n'a pu venir que pendant la durée du colloque de restitution. Néanmoins, elle sera présente au laboratoire 2 mois en février et mars 2013, grâce à une bourse AVEROES en coopération avec l'Université de Montpellier.

## Indicateurs des activités du projet

<b>1. Activités de dissémination des résultats</b>	
Y –t-il déjà eu des documents publiés relatifs à ce programme ? (si oui annexer liste)	11 publiés dans revues 71 com. à colloques
Autres actions (Organisation d'une manifestation, Cédérom, article de vulgarisation, site web...) Lesquels ?	7 actions

<b>2. Formation</b>	
Doctorant(s) ayant participé aux travaux (si oui, combien ?)	13
Etudiant(s) de niveau master ayant participé aux travaux (si oui, combien ?)	12

<b>3. Mobilité de scientifiques entre les laboratoires participants</b>	
Court séjour (moins de 1 mois) (Nombre total)	
Mobilité Sud → Nord (Combien ?)	4
Mobilité Nord → Sud (Combien ?)	8
Mobilité Sud → Sud (Combien ?)	9
Séjour long (plus d'un 1 mois) (Nombre total)	
Mobilité Sud → Nord (Combien ?) *	1AUF+5Tassili
Mobilité Nord → Sud (Combien ?)	
Mobilité Sud → Sud (Combien ?)	

\*3 doctorants étaient prévus en stage long (1,5 mois) à l'origine sur le projet AUF, mais en raison des problèmes de visas, 1 seul d'entre eux a pu bénéficier d'un stage long, les 2 autres ayant fait malgré tout un stage en France au laboratoire M2C, mais d'une durée courte (inférieure ou égale à 15 jours)

5 doctorants algériens de Béjaïa ont bénéficié de stage de 1 à 2 mois dans le cadre du projet Tassili, entrant pleinement en complément financier au projet AUF (le site d'étude de la Soummam et les objectifs étant identiques entre ces deux projets)

<b>4. Autres indicateurs applicables au programme</b>	
Lesquels ?	
Autres projets de recherche menés sur la même thématique : 3	

**Voir liste ci-jointe après ce tableau**

## **Bilan : Publications, Communications**

### **Publications à Revues avec comité de lecture** (6 publiées ou sous presse et 5 soumises)

1. A. Belbahi, H. Remini, K. Madani, 2011 - Fosses septiques et puits d'eau potable. Analyses des risques des fosses septiques sur l'alimentation en eau potable de la commune de Tazmalt. Editions universitaires européennes, ISBN: 9786131568350, 84.
2. N. Benhamiche, K. Madani, B. Laignel, Sous presse - Impact of Climate Changes on Water Resources in Algeria. In Vulnerability of fisheries, agriculture and water to climate change : toward sustainable adaptation stratégies. Edited by M. Behnassi, K. Shelat, K. Hayashi. Springer, The language of Science.
3. N. Benhamiche, K. Madani, N. Massei, B. Laignel, Z. Nouaceur, Soumis - Modeling the relationship of rain - relief by principal component analysis for the mapping kriging. Application to experimental watershed of the Soummam wadi (Algeria). Soumis à Hydrological Science Journal.
4. N. Benhamiche, K. Madani, B. Laignel, Soumis – Spatial and temporal evolution of groundwater physico-chemical composition of lower Soummam, Béjaia, Algeria. Accepté à Hydrological Science Journal.
5. N. Benhamiche, K. Madani, B. Laignel, Soumis – Variabilité des flux sédimentaire sur le bassin Bou Sellam, affluent de la Soummam, Béjaia, Algérie. Soumis à à Hydrological Science Journal.
6. B. Laignel, 2012 - Enregistrement et effets du climat sur les stocks d'eau de l'échelle globale à régional (bassin de la Seine). Bulletin des Sciences Géographiques, Alger, 27, 2-22.
7. A. Louamri, A. Mebarki, B. Laignel, K. Bahri, Sous Presse - Interannual and intra-annual variability of the solid transport of the Wadi Bouhamdane wadi, in the upstream of Hammam Debagh Dam (Eastern Algeria). Sous presse à Hydrological Science Journal.
8. Mebarki A., 2011 - Hydrologie, barrages et transferts d'eau en Algérie orientale, Bulletin des Sciences Géographiques, INCT, 25, 33-41, [http://www.inct.mdn.dz/Bulletin\\_SG.html](http://www.inct.mdn.dz/Bulletin_SG.html).
9. Mihoubi N. Mebarki A., Laignel B., Sous presse - Hydrologie et bilan d'eau d'un barrage en zone karstique semi aride : Hammam Grouz (Oued Rhumel, Algérie), Bulletin des Sciences Géographiques, INCT, n°28 (à paraître). [http://www.inct.mdn.dz/Bulletin\\_SG.html](http://www.inct.mdn.dz/Bulletin_SG.html).
10. I. Turki, B. Laignel, Z. Nouaceur, N. Benhamiche, K. Madani, Soumis - Hydrological variability of the soummam basin (northeastern algeria) and their possible link to the north atlantic oscillation. Soumis à J. of Hydrlogy.
11. I. Turki, B. Laignel, N. Laftouhi, Z. Zamrane, Z. Nouaceur, Soumis - Caractérisation et origines de la variabilité pluviométrique de Marrakech. Soumis à Hydrological Science Journal.

### **Communications à colloques ou séminaires**

#### **Journée Recherche de la Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011** (6 communications)

- 1- Bouteraa W., 2011 - Gestion intégrée des ressources en eau du bassin de l'oued Boumerzoug. Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011.
- 2- Laignel B., 2011 - Enregistrement et effets du climat sur les stocks d'eau : de l'échelle globale à l'échelle régionale (exemple de la Seine). Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011
- 3- Laignel B., 2011 - Bilan d'érosion et fonctionnement hydrologique des bassins versants à partir de la mesure haute fréquence. Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011.
- 4- Louamri A., 2011 - Évaluation des transports solides en suspension de l'oued Bouhamdane, leur répercussion sur l'envasement probable du barrage de Hammam Debagh. Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011.
- 5- Mebarki A., 2011 - Apport hydrologique des oueds et cartographie automatique des bilans d'eau. Cas des bassins de l'Algérie orientale. Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011.
- 6- Mihoubi N., Mebarki A., 2011 - Le bassin du Haut Rhumel : contexte hydrologique-hydrogéologique et problèmes des fuites d'eau du barrage de Hammam Grouz. Journées Recherche, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011.

**Séminaire international SEMAGRO TECH « Aux interfaces du développement durable » du 20 au 22/06/2011 (7 communications)**

- 7- A. Bechroune, 2011 – Elaboration d'une base de données hydrologiques du bassin versant de la Soummam via le modèle hydrologique HEC-HMS. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 8- B. Laignel, 2011 – Exemples de projets structurants sur les ressources en eau au Maghreb. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 9- B. Laignel, 2011 – Effets du climat sur les ressources en eau : de l'échelle globale à celle régionale du bassin de la Seine. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 10- B. Merzouk, 2011 – An attempt to study the impact of modification of textile wastewater composition on the decolorization efficiency by electrocoagulation proces. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 11- K. Mourad, 2011 – Estimation des déterminants de la demande en eau potable pour le cas de la Wilaya de Béjaia : une approche par les panels dynamiques. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 12- Z. Nouaceur, 2011 – Evolution du climat depuis plus d'un demi-siècle en Algérie. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.
- 13- Y. Sahli, 2011 – Evaluation quantitative de la ressources en eau du bassin versant de la Soummam. Caractérisation et effet climatique et anthropique. SEMAGRO TECH, 20 au 22/06/11, Béjaia.

**International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech (8 communications)**

- 14- O. Ait El Mekki, M. Le Page, N. Laftouhi, L. Hanich, 2011 – Apport du SIG à l'affinement des études hydrologiques : cas du bassin versant de Rheraya (Maroc). International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 15- N. Benhamiche, S. Messai-Maane, K. Madani, B. Laignel, 2011 - Diagnostic de la qualité des eaux de surface et souterraine du bassin versant de l'oued Soummam, Algérie. International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 16- F. Fniquire, N. Laftouhi, 2011 - Hydrologie du bassin versant de Tensift Approche spatiales et approche pas simulation (Tensift-Maroc) - International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 17- N. Gaaloul, M. Rekey, B. Laignel, Amira Mekni, 2011 - Salinisation des nappes phréatique côtières : cas de la nappe Korba-El Mida de la Côte Orientale au Nord Est de la Tunisie. International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 18- B. Laignel, N. Laftouhi, K. Madani, N. Gaaloul, A. Mebarki, Z. Nouaceur, N. Massei, 2011 - Enregistrement et effets du climat sur les stocks d'eau de l'échelle globale à celle de la zone méditerranéenne et de quelques bassins versants situés au Maghreb. International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 19- K. Madani, F. Benmeziane, F. Aloui, 2011 - Quantification of the degree of inorganic and organic pollution of Bejaia Harbour. International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 20- N. Mihoubi, A. Mebarki, B. Laignel, 2011 - Bilan d'eau du barrage Hammam Grouz et mise en évidence de fuites karstiques dans un contexte semi-aride (Oued Rhumel, Algérie). International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.
- 21- Z. Zamrane, N. Laftouhi, B. Laignel, N. Massei, 2011 – Outil méthodologique pour la détection d'éventuels changements climatiques dans la série hydrologique et climatique au niveau du bassin du Tensift (Maroc). International Conference for Water Resources & Environment (ICWRE), 20 au 24 novembre 2011, Marrakech.

**Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, à l'Université de Béjaia (Algérie), du 19 au 21 mars 2012 : Évolution de la ressource en eau dans la zone méditerranéenne méridionale: diagnostic et proposition d'outils de gestion**

- 22- A. Akdim, K. Madani, B. Laignel, 2012 - Traitement des séries chronologiques pluies-débit pour la mise en évidence des impacts climatiques et humains sur le bassin versant de la Soummam. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 23- C. Allili, K. Madani, B. Laignel, 2012 - Estimation du transport solide en suspension a l'estuaire du bassin versant de la soummam. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.



- 24- N. Benhamiche, 2012 - approche pour l'évaluation de la qualité des eaux superficielles utilisant les micro-algues et les analyses physico-chimiques. application à l'oued de la vallée de la Soummam – Bejaia – Algérie. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 25- Berkati-Aloui S., K. Madani, 2012 - Détection des résidus de pesticides à usage agricole dans l'estuaire de la Soummam: Méthodologie. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 26- S. Boulahbel et A. Mebarki, 2011. Bilan et fonctionnement hydrologique du barrage de Béni Haroun (Oued Kébir-Rhumel, Algérie orientale). Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 27- W. Bouteraa, 2011, Qualité des eaux dans le bassin versant de Boumerzoug (Kebir-Rhumel). Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 28- N. Gaaloul, 2012 - Gestion de la ressource en eau en Tunisie. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 29- N. Laftouhi, 2012 - Maroc : Ressources en eaux et Stratégie Nationale de l'Eau. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 30- B. Laignel, Z. Nouaceur, K. Madani, N. Benhamiche, N. Laftouhi, A. Mebarki, A. Louamri, N. Gaaloul, 2012 - Effets du climat sur les stocks d'eau en zone méditerranéenne : Exemple de quelques bassins versants situés au Maghreb. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 31- A. Mebarki, 2012 - Modélisation et cartographie des apports des cours d'eau et du bilan hydrologique. Cas des bassins de l'Est algérien et généralisation à l'Algérie du Nord. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 32- M. Mesbah, 2012 - Ressources en eaux des hauts plateaux. Confrontation Ressources - Besoins. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 33- V. Mesnage, 2012 - Qualité des eaux dans les écosystèmes aquatiques : Suivi des échanges des éléments nutritifs à l'interface eau-sédiment. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 34- N. Mihoubi, A. Mebarki et B. Laignel, 2011. Bilan d'eau du barrage de Hammam Grouz et mise en évidence de fuites karstiques dans un contexte semi-aride (bassin de l'oued Rhumel, Algérie). Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.
- 35- Y. Sahli, K. Madani, B. Laignel, Z. Nouaceur, 2012 - Étude de la réponse hydrologique du bassin versant de la Soummam Au Nord Est Algérien. Séminaire de coordination AUF PCSI 2010-BEOM 093, 19 au 21 mars 2012, Béjaia.

**Colloque international « Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud à la Maison de l'Université de Rouen du 25 au 26 septembre 2012**

- 36- B. Laignel, Z. Nouaceur, I. Turki, M. Ellouze, N. Laftouhi, K. Madani, N. Gaaloul, A. Mebarki, 2012. Climat et ressources en eau en méditerranée et au maghreb : principaux résultats des programmes tassili, volubilis, auf. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 37- A. Mebarki, J.P. Laborde, 2012. Synthèse cartographique des bilans hydriques de l'Algérie du Nord. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 38- A. Akdim, K. Madani, 2012. Traitement des séries chronologiques pluies-débit pour la mise en évidence des impacts climatiques et humains sur le bassin versant de la soummam. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 39- C. Allili-Ailane, B. Laignel, K. Madani, 2012. Estimation du transport solide en suspension à l'estuaire du bassin versant de la Soummam. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 40- H. Ayoub, M. Kertous, 2012. Analyse du consentement à payer des ménages pour améliorer la qualité du service en eau potable dans les pays méditerranéens: cas de Bejaia et Bekaa. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 41- A. Baklouti, N. Gaaloul, B. Laignel, H. Habaieb, 2012. Modélisation hydrologique pluie-niveaux piézométrique du bassin versant de l'oued chiba (cap bon nord est de la Tunisie). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 42- N. Benhamiche, K. Madani, B. Laignel, Z. Nouaceur, 2012. transfert des polluants de l'interface sol vers les eaux souterraines au niveau de la basse Soummam – Bejaia – Algérie. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 43- Berkati-Aloui S., Madani k., 2012. Diagnostic de la qualité physicochimique des eaux de l'estuaire de la soummam. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 44- Bir H., Madani K., Merzouk B., 2012. L'état qualitatif et quantitatif des ressources en eau de la wilaya de bejaia. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.

- 45- I. Chebi, N. Gaaloul, B. Laignel, H. Habaieb, 2012. Modélisation hydrologique pluie-débit du bassin versant de l'oued lebna (cap bon nord est de la tunisie). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 46- A. Chebil, N. Gaaloul, A. Frija, H. Khemir, 2012. Analyse économique de la recharge artificielle de la nappe souterraine par les eaux usées traitées: cas de Korba. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 47- L. Dridi, N. Gaaloul, B. Laignel, K. Barhoumi, 2012. Etat des lieux de l'aquifere cotier de korba (tunisie) suite a la mise en place de la recharge artificielle. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 48- F. Fnguire, N. Laftouhi, M.E. Saidi, 2012. Chronique et caractérisation des variations hydrométriques du bassin versant de Tensift (Maroc). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
49. N. Gaaloul, B. Laignel, 2012. Variabilité et changement climatique sur les ressources en eaux souterraines en Tunisie : une synthèse globale des résultats et des recommandations. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
50. H. Hamine, N. Gaaloul, B. Laignel, M Gasmi, 2012. Modélisation numérique de la recharge artificielle par les eaux usées traitées : cas de la nappe phréatique korba-el mida (Cap Bon Nord Est de la Tunisie). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 51- N. Hammami, N. Gaaloul, L. Candela, A. Soussi, 2012. Modélisation numérique des écoulements des eaux souterraines et de transport de soluté : cas de la nappe phréatique de Grombalia (Tunisie nord-orientale). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 52- Kertous M., 2012. Analyse des déterminants de la duree de paiement des factures en eau potable : cas de l'Algerie. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 53- A. Khnissi, N. Gaaloul, A. Charef, 2012. Validité de l'application de la méthode de la vulnérabilité si à l'étude de la pollution par les nitrates dans la nappe phréatique de Manouba. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 54- S. Messai-Maane, B. Laignel, K. Madani, 2012. Representativite de la qualite des eaux d'une riviere sud mediterraneenne en Algerie. Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 55- N. Mihoubi, A. Mebarki, B. Laignel, C. Benabbas, 2012. Mise en évidence de fuites d'eau du barrage hammam grouz dans un contexte semi-aride karstique (oued Rhumel, Algérie). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 56- I. Turki, B. Laignel, Z. Nouaceur, N. Massei, N. Benhamiche, K. Madani, 2012. Contribution of climatic fluctuations in the hydrological variability of the Soummam streamflow (NorthEastern Algeria). Eau et Climat – Regards croisés Nord-Sud, 25 au 26 septembre 2012, Rouen.
- 57- Z. Zamrane, N. Laftouhi, L. Jarlan, B. Laignel, N. Massei, 2012. Caractérisation des relations précipitations/ndvi sur le Tensift: variabilité inter et intra-annuelle et lien avec la dynamique atmosphérique et océanique à grande échelle.

#### **Autres colloques** (6 communications)

- 58- Benaabidate L., Laftouhi N., Naoura J., Zian A., Fnguire F., 2012 - Development of a hydrological database of sebou watershed: application to the hydrological study of inaouene, r'dom and guigou sub catchments. GSA annual meeting in Charlotte (USA), November 2-9-2012.
- 59- N. Benhamiche, K. Madani, B. Laignel, 2011 - Impact of Climate Changes on Water Resources in Algeria. ICCAFFE 2011 : International Conference - Climate Change, Agri-Food, Fisheries, and Ecosystems: Reinventing Research, Innovation, and Policy Agendas for an Environmentally and Socially-Balanced Growth, 19 au 21/05/11, Agadir.
- 60- Boulahbel S., Mebarki A., 2011 - Bilan et Fonctionnement Hydrologique du barrage Béni Haroun. Journée internationale de l'Environnement dédiée à « La protection du barrage de Béni Haroun », Mila, le 5 juin 2011.
- 61- Fnguire F., Laftouhi N., Zamrane Z., 2012 - Some impacts of climate variability in the tensift watershed (morocco). GSA annual meeting in Charlotte (USA), November 2-9-2012.
- 62- N. Gaaloul, B. Laignel, Rekaya M., Mekni A., 2011. Groundwater artificial recharge by treated wastewater in Korba-Mida coastal phreatic aquifer in the Cap Bon Peninsula, North-East Tunisia. TJASSST'11: 11th Tunisia-Japan Symposium on Society, Science and Technology Hammamet, November 11-13<sup>th</sup> 2011.
- 63- N. Laftouhi, A. Fekri, L. Benaabidate, A. Markhi, Z. Zamrane, A. Fryar, A. Milewski, M. Sultan, 2012 - The integration of GIS and remote sensing in training and research in the field of water resources

management in morocco: evolution and benefits. GSA annual meeting in Charlotte (USA), November 2-9-2012.

64- B. Laignel , A. Mebarki, Kh. Madani 2012 Intérêt de la mesure à haute-fréquence et des méthodes de traitement du signal pour la compréhension du fonctionnement hydrologique des bassins versants. Proposition d'installation de sites pilotes de mesures en Algérie. Gestion intégrée des ressources en eau : rôle, organisation et traitement de la mesure. Séminaire international ABH - CSM - Université de Constantine - GIZ - Schlumberger, Constantine, 4 et 5 juin 2012

65-B. Laignel, Z. Nouaceur, K. Madani, N. Benhamiche, N. Laftouhi, A. Mebarki, A. Louamri, N. Gaaloul, 2012 - Effet du climat sur les stocks d'eau en zone méditerranéenne : cas de quelques bassins du maghreb. Global Environmental Change and Human Security (GECS). Marrakech 22-24 Novembre 2012.

66- Louamri A., Mebarki A. Laignel B., Bahri K., 2011 - Contribution à l'étude des transports solides de l'oued Bouhamdane, à l'amont du barrage de Hammam Debagh (Algérie orientale). Atelier Scientifique International Relations homme/environnement et transports solides : une approche spatialisée, HydroSciences Montpellier (HSM) et ENSH, 7 & 8 Juin 2011, Alger (Tipaza) <http://armspark.msem.univ-montp2.fr/medfriend/>

67- Markhi A., Laftouhi N., Soulaïmani A., Milewski A., Fryar A, 2012 - Problem of watershed erodibility in the high atlas of marrakech (morocco) and its impact on water resources. GSA annual meeting in Charlotte (USA), November 2-9-2012.

68- Mebarki A., 2011 - Ressources en eau, barrages et grands transferts en Algérie. Cas de l'aménagement de l'oued Kébir-Rhumel (Constantinois). Proceedings of the 4th International Conference « Water Resources and Sustainable Development » (4ème Colloque international « Ressources en eau et développement durable » CIREDD'11), ENSH, Alger, 22-23 février 2011, pp. 286-290. <http://www.fr.ciredd4.ensh.dz/index.php>

69- Mebarki A., Laborde J-P., 2012 La cartographie, outil de valorisation des données de mesures. Application aux bilans d'eau de l'Algérie du Nord. Gestion intégrée des ressources en eau : rôle, organisation et traitement de la mesure. Séminaire international ABH - CSM - Université de Constantine - GIZ - Schlumberger, Constantine, 4 et 5 juin 2012

70- Mihoubi N., Mebarki A., Laignel B., 2011 - Reservoir water balance and karst water leaks: Hammam Grouz Dam (Oued Rhumel basin, Algeria) Proceedings of the 9 th Conference on Limestone Hydrogeology, «H2Karst Hydrology and hydrogeology of the karst », Besançon, September 1-3 2011, 347-350. <http://sites.google.com/site/h2karst/>.

71- Zamrane Z., Laftouhi N., Fniguire F., Markhi A., Laignel B., Milewski A., Fryar A., 2012 - Characterization of drought periods in the tensiff watershed (West-Central Morocco). GSA annual meeting in Charlotte (USA), November 2-9-2012.

## Bilan des actions

**7 actions/manifestations** ont eu lieu :

- 5 séminaires,
- 1 session spéciale du projet dans le cadre d'un colloque international,
- 1 colloque de restitution de ce projet du programme AUF, mais incluant également deux autres projets des programmes Tassili et Volubilis.

### **Journée Recherche de la Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du territoire, Univ. Constantine, 2 février 2011**

**Rencontres du coordinateur du projet AUF (B. Laignel) avec l'équipe de Constantine (Algérie) : 30/01 au 4/02/2011**

Financements propres du Laboratoire LASTERNE et de la Faculté des Sciences de la Terre de l'Université de Constantine et du Laboratoire M2C de l'Université de Rouen

6 communications impliquant les chercheurs du projet AUF, donnant lieu à un projet de publications (revue Sciences et Techniques de l'Université de Constantine et Bulletin des Sciences Géographiques de l'INCT d'Alger)

Visite sur le terrain des barrages de Hammam Grouz (haut Rhumel) et de Beni Haroun (Oued Kébir-Rhumel), le plus grand barrage d'Algérie (capacité : 1 milliard m<sup>3</sup>) avec son système de transfert hydraulique régional alimentant 6 wilayas (départements) de l'Est algérien.

Discussions avec les participants du projet AUF et rencontres avec les doctorants

Proposition de deux communications et de deux publications

Les thématiques principales abordées au cours de ce séjour concernent : les fuites des barrages construits en zone karstique, effets du changement climatique sur les ressources en eau, qualité des eaux de l'oued Boumerzoug (branche supérieure du Rhumel), les transferts hydro-sédimentaires sur les bassins du Kébir Rhumel et de Bouhamdane.

### **Séminaire de travail des coordinateurs du projet AUF, à l'INRGEF, Université de Carthage de Tunis (Tunisie) : 13 au 16/06/2011**

Financement projet AUF : Missions des coordinateurs, c'est à dire avion, hébergement, repas

Lundi 13/06

- Arrivée des coordinateurs en fin de matinée et l'après midi
- Visite des locaux de l'INRGEF
- Première réunion de travail en soirée

Mardi 14/06

Matin : Participation au séminaire organisé par la Direction Générale des Ressources en Eau, 23ème Journée des Ressources en Eau : Journée Habib ZEBIDI (Expert UNESCO) : 50 ans d'Hydrogéologie Tunisienne "Exploitation / Surexploitation / Préservation des eaux souterraines"

Après-midi : Présentation des travaux en hydrologie menés sur les bassins versant du Cap Bon par N. Gaaloul et ses étudiants (niveau Doctorat et Master), discussion sur les problèmes de surexploitation des nappes souterraines, de dégradation de la qualité des eaux (salinisation) et de recharge artificielle

Mercredi 15/06

Visite sur le terrain des sites de recharge de la nappe, et notamment du site de Korba-El Mida, et discussion des problématiques tunisienne autour de l'eau (surexploitation des nappes souterraines, dégradation de la qualité des eaux : salinisation) :

Le dispositif expérimental du site de recharge Korba-El Mida (superficie de 4,4 ha, 500 m au Nord de la station d'épuration de Korba, distant de 1,5 Km de la mer Méditerranéen, altitude de 15m) comprend : une conduite de refoulement de diamètre de 160 mm des eaux usées traités à partir du poste de refoulement de la station d'épuration de Korba vers le site de recharge Korba-Mida, 3 bassins d'infiltration, un réservoir de stockage de capacité de 300 m<sup>3</sup>, 16 piézomètres.

### **Séminaire international SEMAGRO TECH « Aux interfaces du développement durable » du 20 au 22/06/2011**

**Rencontres du coordinateur du projet AUF (B. Laignel) avec l'équipe de Béjaia (Algérie) : 20 au 26/06/2011**

Financements par le programme Tassili 09MDU785 (intégré dans le projet AUF) et les partenaires associés (Université de Béjaia, APC de Béjaia et industriels du bassin de la Soummam)

Le séjour concernait 3 objectifs qui ont été atteints :

- organisation du séminaire international SEMAGRO TECH « Aux interfaces du développement durable » du 20 au 22/06,

- transfert de Rouen à Bejaia et installation d'une station de mesures (sonde multiparamètres) sur l'Oued Soummam, oued étudié de façon mutuelle dans le cadre des projets AUF et Tassili,
- rencontres et discussions avec les différents participants et partenaires des projets AUF et Tassili, Dans le cadre du séminaire international SEMAGRO TECH « Aux interfaces du développement durable », 7 communications ont été réalisées dans un atelier consacré aux ressources en eau et aux projets AUF et Tassili. B. Laignel (coordinateur des deux projets cités) a été président de deux séances.

#### **Séminaire de travail des coordinateurs du projet AUF, à l'Université Cady Aayad de Marrakech**

Financement projet AUF : Missions des coordinateurs, c'est à dire avion, hébergement, repas

- Lundi 21 novembre : visite des lieux (Faculté et Université) après installation,
- Mardi 22 novembre  
matin : sessions plénières du Congrès ICWRE  
après midi : réunions de travail à GEOHYD et présentations des différents axes de recherches
- Mercredi 23 novembre  
matin : réunion avec les responsables du LMI TREMA  
après-midi : visite du site prévu pour les écoles de terrain
- Jeudi 24 novembre matin : rencontre avec le Consortium BOOST afin d'harmoniser les points de vue et faire converger les deux projets

#### **Session spéciale du projet AUF au sein du colloque international ICWRE : International Conference for Water Resources & Environment, 20 au 24 novembre 2011, Marrakech**

8 communications relatives au projet AUF ont eu lieu dans le cadre de la session spéciale réservée au projet dans ce congrès.

#### **Séminaire de travail des coordinateurs du projet AUF, à l'Université de Béjaia (Algérie), avec une journée de communications, du 19 au 22 mars 2012**

Financement projet AUF : Missions des coordinateurs, c'est à dire avion, hébergement, repas

- 19 mars : arrivée des coordinateurs, réunion des coordinateurs
- 20 mars : Séminaire de coordination : communications plénières
- 21 mars : Séminaire de coordination : ateliers avec communications le matin, visite de terrain d'un barrage l'après midi
- 22 mars : départ des coordinateurs

#### **Séminaire de travail des coordinateurs du projet AUF et Colloque international « Eau et Climat - Regards croisés Nord-Sud à la Maison de l'Université de Rouen du 25 au 26 septembre 2012**

Le financement par le projet AUF a concerné les missions des coordinateurs, c'est à dire avion, hébergement, repas. Le financement du colloque international de 12000€ a été sponsorisé par différents partenaires (Univ. Rouen, Région Haute-Normandie, Mairie de Rouen...)

Le colloque a réuni 134 participants, dont 114 communicants.

- 24 septembre accueil et réunion de coordination des coordinateurs du projet AUF au laboratoire UMR CNRS 6143 M2C de l'Université de Rouen
- 25 et 26 septembre : colloque international avec communications de restitution des résultats du projet AUF
- 27 septembre : réunion de prospective des coordinateurs du projet AUF et départ

## **Bilan de la formation**

**14 doctorants** ont participé au projet :

Mlle A. Mekni (Université de Carthage, Tunis)  
Mlle N. Mihoubi (Université Mentouri, Constantine)  
Mlle S. Boussetti (Université Mentouri, Constantine)  
M. W. Bouterra W. (Université Mentouri, Constantine)  
Mlle A. Boulahbel S. (Université Mentouri, Constantine)  
M A. Louamri (Université Mentouri, Constantine)  
M. N. Benhamiche (Université Abderrahmane Mira de Béjaia)  
M. Y. Sahli (Université Abderrahmane Mira de Béjaia)  
Mlle. H. Bir (Université Abderrahmane Mira de Béjaia)  
Mme C. Allili–Ailane (Université Abderrahmane Mira de Béjaia)  
Mlle Z. Zamrane (Université Cadi Ayyad, Marrakech)  
Mlle F. Fniguire (Université Cadi Ayyad, Marrakech)  
M. O. Ait El Mekki (Université Cadi Ayyad, Marrakech)  
Mlle. Serafina Sechi (Université de Rouen)

Parmi les 14 doctorants cités, 3 ont bénéficié de stage en France au Laboratoire M2C de l'Université de Rouen sur les fonds AUF et 4 sur les fonds Tassili, mais qui entrent dans le projet AUF.

### **Doctorants ayant bénéficié de stages cette année**

Dans le cadre du projet AUF, il était prévu d'accueillir trois doctorantes en stage au laboratoire M2C de l'Université de Rouen, chacune pour une période de 1,5 mois sur les financements du projet AUF :

- Mlle Amira Mekni, Doctorante à L'INRGREF, Université de Carthage de Tunis,
- Mlle Naouel Mihoubi, Doctorante au LASTERNE, Université Mentouri de Constantine,
- Mlle Zineb Zamrane, Doctorante à GEOHYD, Université Cadi Ayyad, Marrakech

Mlle A. Mekni a effectué son stage du 1/09 au 15/10/2011. Son travail a consisté à travailler sur les évolutions de la hauteur d'eau et de la salinisation de la nappe souterraine à l'échelle de la bande côtière du Cap Bon et la compréhension des facteurs responsables de ces évolutions. Afin de répondre à cet objectif, Mlle Mekni a notamment été formé aux analyses statistiques factorielles.

Quant à Mlle Mihoubi et Mlle Zamrane, nous avons été contraints de décaler et d'écourter leur stage, suite à des soucis d'obtention de visa (voir Rubrique « Problèmes rencontrés »). Mlle Mihoubi a effectué 15 jours de stage en septembre à Rouen. Mlle Zamrane n'a pu venir que pendant la durée du colloque de restitution. Néanmoins, elle est actuellement présente au laboratoire 2 mois en février et mars 2013, grâce à une bourse AVEROES en coopération avec l'Université de Montpellier.

Le travail de Mlle Mihoubi se concentre sur le fonctionnement du barrage de Hammam Grouz à travers les données du bilan de régularisation des débits du Rhumel.

Le travail de Melle Z. Zamrane (doctorante, U. Marrakech) consiste à rechercher des indices de changements et/ou de variabilité climatique dans les séries hydrologiques (pluie et débit) de toutes les stations hydro-climatologiques couvrant le grand bassin du Tensift. Dans le cadre de son stage, elle suit une formation aux méthodes de traitement du signal.

Dans le cadre du projet Tassili, dont les objectifs s'intègrent dans le projet AUF, 5 doctorants ont effectués un stage au Laboratoire M2C de l'Université de Rouen : 2 mois et 1 mois pour N. Benhamiche, 1 mois pour Y. Sahli, 1 mois pour H. Bir et 1 mois pour C. Allili–Ailane.

M. N. Benhamiche a, au cours de son stage au sein du laboratoire M2C de l'Université de Rouen, valorisé son travail scientifique par 3 publications scientifiques soumises, concernant la spatialisation des précipitations, la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux souterraines et la variabilité temporelle des flux sédimentaires sur le bassin de la Soummam.

M. Y. Sahli a été formé au traitement statistique des données hydrologiques et a commencé à réaliser l'étude de l'évolution spatio-temporelle de la réponse pluie-débit sur la totalité de l'oued Soummam.

Mlle H. Bir a et continue à travailler sur la cartographie numérique des données hydro-météorologiques et géomorphologiques du bassin de la Soummam, afin d'aboutir à la réalisation d'un atlas « Environnement et Eau sur le bassin de la Soummam ».

Mme C. Allili–Ailane a et continue à étudier la variabilité temporelle des flux de MES sur le bassin de la Soummam.

### **Doctorants avant travaillé sur le projet sans bénéficiaire de stages**

- Boussetti S. (doctorante, U. Constantine) : Alimentation en eau de l'agglomération de Constantine : ressources, aménagement et gestion
- Bouterra W. (doctorant, U. Constantine) : Gestion intégrée des ressources en eau du bassin de l'oued Boumerzoug (O. Rhumel)
- Boulahbel S. (doctorante, U. Constantine) : Fonctionnement et impact du système hydraulique du barrage de Béni Haroun
- Louamri A. (doctorant, U. Constantine) : Hydrologie et aménagement : le bassin de la Seybouse
- Fniguire F. (doctorante, U. Marrakech) : Analyse et caractérisation hydrologique du Grand Bassin du Tensift.
- Ait El Mekki O. (doctorant, U. Marrakech) : Apport de l'hydrogéophysique à une meilleure compréhension de la connectivité entre eaux de surface et eaux souterraines aux débouchés de deux rivières, Ourika et Rhéraya
- Sechi S. (doctorante, U. Rouen) : Erosion comparée entre le Bassin de Paris et le bassin méditerranéen.

### **Master 2**

Encadrement de 12 stages de Master 2 sur la thématique du projet durant l'année 2011-2012

#### **A cela s'ajoute un stage Sénior de M. Ellouze (Tunisie), et un Post-Doctorat de I. Turki**

Le stage de M. Ellouze a porté sur les relations entre fluctuations climatiques et variabilité hydrologique en Tunisie. Le projet AUF a financé seulement l'hébergement durant 1 mois.

Le Post-Doctorat (d'une durée de 1 an) a consisté à étudier les relations entre fluctuations climatiques et variabilité hydrologique au Maghreb et a permis de synthétiser l'ensemble des informations issues du projet AUF. Le Post-Doctorat a été entièrement financé par la Région Haute-Normandie.

### **Autre Aspect pédagogique**

Suite à l'élaboration et à la validation de la maquette pédagogique du Master international « Environnement et Développement Durable » en 2010, la discussion pour sa mise en place a été entamée entre les différents partenaires de ce projet : Universités de Rouen, Béjaïa, Constantine, Marrakech, Tunis. Nous prévoyons un camp de terrain à Marrakech en 2013 ou 2014.

### **Autres indicateurs et projets de recherche menés sur la même thématique**

- PHC TASSILI 9MDU785, 2009-2012

Contribution à la connaissance de la ressource en eau du bassin versant de la Soummam (Algérie) : Effet du climat, intérêt socio-économique pour la zone méditerranéenne méridionale. Universités de Rouen, Le Havre, Béjaia.

- Master international « Environnement et Développement Durable », validation de la maquette pédagogique en 2010, discussion pour sa mise en place - Universités de Rouen, Béjaia, Constantine, Marrakech, Tunis, Ngaoudéré, Niamey, Masuku.

- CNEPRU Projet de recherche de La Commission Nationale d'Evaluation et Prospective de la Recherche Universitaire, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique (MESRS), Alger

Projet agréé (lancement en janvier 2012) (A. MEBARKI, Chef de projet)

Les grands transferts hydrauliques, leur fonctionnement et leur impact sur l'accès à l'eau des agglomérations urbaines. Cas de l'Est algérien, Code G00920110033 Université de Constantine, CNEPRU, MESRS, Alger



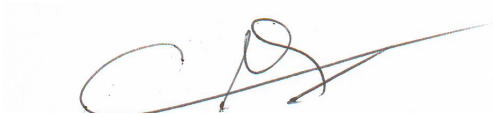
**Validation - Signature des coordinateurs scientifiques**



B. Laignel (M2C, Université de Rouen)



K. Madani (3BS, Université de Béjaia)



A. Mebarki (LASTERNE, Université de Constantine)



N. Laftouhi (GEOHYD, Université de Marrakech)



N. Gaaloul (INRGREF, Université de Tunis)