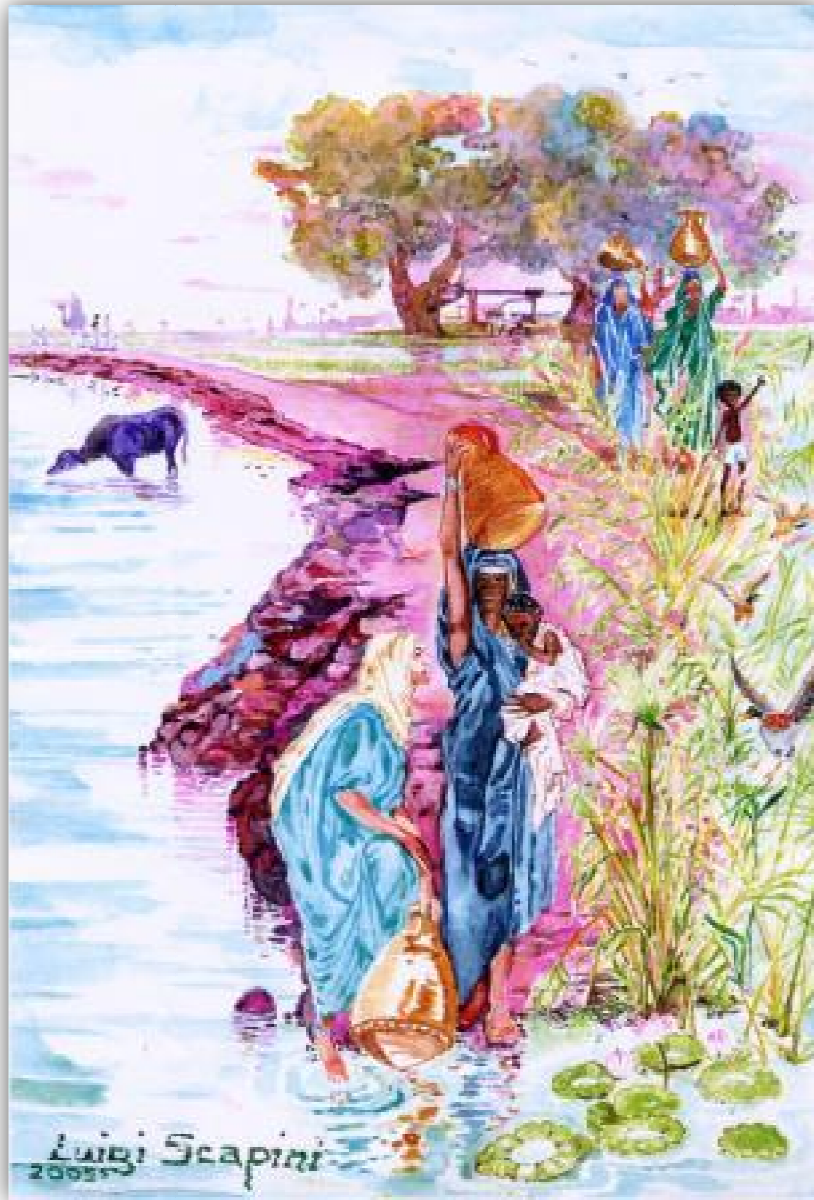


# WADI

EU Sixth Framework Programme, INCO-CT2005-015226, 2005-2008



Final meeting, Malta : 5-8 November, 2008

**Abstract/Résumés**

## Assessing erosional impacts at Collelungo, Parco Regionale della Maremma

L. F. Cassar, E. Conrad and A. Camilleri

International Environment Institute, University of Malta,  
Room 311, Chemistry Building, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta  
[louis.f.cassar@um.edu.mt](mailto:louis.f.cassar@um.edu.mt)

Coastal dune fields represent a dynamic geomorphological environment, dependent both on processes occurring within their immediate area, as also on processes occurring much further afield within the watershed, for their survival. In the Collelungo area of the Parco Regionale della Maremma, coastal dunes not only provide a habitat for the endemic *Limonium etruscum* as well as a suite of other species, but the adjoining beach also constitutes an important socio-economic resource. Time-series plots of dune transects were constructed at 4 selected stations along the Collelungo area, based on readings taken in 2003, 2005, 2006, 2007 and 2008. The aim was to evaluate changes in the extent and spatial morphology of the dune system at Collelungo over time, thus enabling relative measurement of change, identification of trends and prediction and assessment of impacts. Qualitative evaluation of vegetation cover was also undertaken. Results indicate different trends in different parts of the beach, with erosion being evident in areas closer to the mouth of the Ombrone river, and accretion occurring in the direction of longshore drift. There is also evidence of salt-water incursion into the freshwater aquifer in the area, and challenges can be expected to be magnified in the light of climate change, particularly given the immense socio-economic difficulties involved in modifying activities in the large watershed area of the Ombrone.

**Key words:** coastal dunes, erosion, Ombrone, Collelungo, longshore drift

## The quality of superficial water resources in the Mejerda low plain (Tunisia)

M. Chikhaoui Ayadi

Faculté des Sciences, Université El Manar, Tunis, Tunisie

In order to evaluate superficial water quality in the Mejerda low plain, 120 water samples were collected from 8 stations along the Mejerda river, 1 station along the Chaffrou river and 1 station along the Tilil river. All these stations are located downstream of potential polluters' effluents. One draw-off was effected monthly in every station, during the period from March 2007 to February 2008. The results of the physical, microbiological and chemical analysis of water revealed the absence of heavy metals, pathogenic micro-organisms and reduced nitrogenous components (ammonium  $\text{NH}_4$  and organic nitrogen). The high values of the COD

and BOD parameters showed the existence of organic pollution downstream, the effluents of agro-alimentary industries and sewage purification stations. Moreover, chemical pollution was resulted from the tanneries' effluents (high values of salinity and chlorides) in the unique Mejerda tributary, the Chaffrou river. Water quality evaluation was based on the superficial water grid multi-uses. According to this grid, we noted a deterioration of the water's quality. In the upstream area of the Mejerda river, the water has a passable quality belonging to class 2, and can thus be allowed in drinking-water supplies after rigorous treatment. From the bridge El Battane to the river outlet, the water's quality becomes mediocre (class 3) and is solely suitable for irrigation.

**Key words:** Mejerda river, water quality, effluent, pollution

### **Apport de la géophysique pour le contrôle de l'intrusion marine dans l'aquifère côtier d'Oued Laou (Nord, du Maroc)**

J. Stitou el Messari<sup>2</sup> M. Himi<sup>1,2</sup>, A. Casas<sup>2</sup> et. A. Salhi<sup>1,2</sup>

1 Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Tetouan, BP 2121, Maroc  
[stitoumessari@yahoo.fr](mailto:stitoumessari@yahoo.fr)

2 Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Universidad de Barcelona.  
Tel: 934021418, Fax: 934021340.

Le Contrôle de l'intrusion d'eau salée marine dans les aquifères côtiers est essentiel pour une prévision à un stade précoce de la détérioration des eaux souterraines. Cette salinisation peut mettre en danger la qualité de l'eau des puits et des forages. Ce contrôle implique la conception de réseaux de suivi et de stratégies d'échantillonnage en utilisant à la fois des méthodes directe et indirecte. Les méthodes directes se résument dans la mesure des eaux souterraines en prélevant directement les points d'eau (piézomètres ou puits), alors que les méthodes indirectes se basent essentiellement sur des campagnes géophysiques tel que la méthode électrique et électromagnétique. Dans le présent travail, une étude comparative des résultats obtenus à partir des méthodes géophysiques appliquées dans l'aquifère côtier d'Oued Laou (nord-est du Maroc) est présentée. Chaque méthode présente son propre utilité, ainsi que leurs complémentarités, pour détecter un début de l'intrusion d'eau salée qui affecte les zones côtières de l'aquifère d'Oued Laou.

**Mots clés:** l'intrusion d'eau salée, S.E.V, EM domaine des fréquences, tomographie électrique

## **Étude de la qualité de l'eau de deux bassins versants nord marocains: Laou & Tahaddart**

S. Errochdi, M. El Alami, N. Bennas & B. Belqat

Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, BP 2121, Maroc

Ce travail porte sur l'étude de la qualité biologique de l'eau par le biais des macroinvertébrés benthiques de deux bassins versant rifains (Nord du Maroc) Laou & Tahaddart, en appliquant comme indice biotique l'IBMWP adopté par la péninsule ibérique. Afin d'évaluer la fiabilité de cette indice biotique, nous avons réalisé en parallèle une étude sur la qualité physico-chimique et microbiologique. Les résultats obtenus montrent que les cours d'eau du bassin versant Laou sont en général de bonne qualité biologique (classe I & II) et physico-chimique (classe I & II). Ce sont surtout les stations situées en milieux naturels, à l'abri de tout impact humain. La baisse de la qualité des eaux dans les stations situées en aval des petites et des grandes agglomérations ne serait que la conséquence d'une perturbation du milieu. Celle-ci est due à la contamination des eaux par des rejets agricoles et urbains. De plus, la majorité des stations du bassin versant Tahaddart présentent également une qualité biologique et physico-chimique de classe I ou II. Toutefois, à partir de l'automne 2007, la qualité physico-chimique et biologique de 73% des stations du bassin versant Tahaddart a connue une dégradation très importante due d'une part à la sécheresse et à la dérivation des eaux et d'autre part au pâturage.

## **Ecological functioning of transitional water bodies: from conceptual and mechanistic models to management**

L. Serrano<sup>1</sup>, O. Serrano<sup>1</sup>, R. Pinto<sup>2</sup>, R. Zakhama<sup>3</sup>, Y. Ramsi<sup>3</sup>, F. Scapini<sup>4</sup>, A. Bayed<sup>5</sup>, M. Abdrabo<sup>6</sup>,  
M.M. Farag<sup>6</sup>, F. Baccar<sup>7</sup>, F. Charfi<sup>3</sup>, C. Rossano<sup>4</sup>, D. Nourisson<sup>4</sup>, M.A. Mateo<sup>1</sup>

1 High Council of Scientific Research, Spain

2 Institute of Marine Research, Portugal

3 University El Manar, Tunisia

4 University of Florence, Italy

5 University Mohammed V – Agdal, Morocco

6 Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe, Egypt

7 Agency of Protection and Management of Littoral Zones, Ministry of Environment, Tunisia

The fact that about 3 billion people (half of the current global population) concentrates in only 200 km of coastal zone, makes it easy to understand why this zone is also the one showing the fastest and most intense degradation trends among all earth's landscapes. Transitional water bodies (TWB), i.e., estuaries, semi-enclosed bays, lagoons, salt marshes, and coastal lakes, are under extreme stress owing to this high population density and their growing demand of

various water uses. Within WADI project (Water Demand Integration; INCO-CT2005-015226), we have conducted extensive field ecological assessment in two important North African Mediterranean TWB: (1) a brackish water coastal lake, Lake Maryut, Alexandria, Egypt, and (2) a marine coastal lagoon, Ghar el Melh Lagoon, in Ghar el Melh, Tunisia. The study encompassed environmental and ecological assessment in all relevant compartments of the two ecosystems, i.e., the sediment, the water column and the biota, and used physiological, structural, and environmental descriptors. Special emphasis was placed on the macrophytic vegetation. The assessment allowed identifying the state of the ecosystems as they clearly fit well known ecosystem conceptual models. Both environments were found to be spatially highly inhomogeneous showing a mosaic distribution of sub-environments eventually fitting different models that might be representing transitions between ecosystem states. Lake Maryut (its main basin) was found to be a hypertrophic shallow lake with a total exclusion of submerged vegetation and, therefore with the autotrophic compartment situated in the water column. The severe anoxic status and high lead concentration on the water, makes imperative attentive consideration by the local authorities about the safety of the various ecosystem services Lake Maryut is currently providing to the population. Suggestions for bioremediation plans have been initiated. This year, CEAB-CSIC established collaboration with the project ALAMIM (Alexandria Lake Mariout Integrated Management; MED/2005/110-648) in order to couple their hydrological information with our ecological data base aiming to end up with an integrated mechanistic model (PCLAKE) as a final tool for prediction of scenarios and defining management strategies.

Ghar el Melh Lagoon presented an interesting patchy composition of environments clearly governed by (a) the influence of the proximity to the opening to the sea, (b) the depth distribution over the lake, and (c) the wind forcing. These factors determined three main environments: (1) a shallow one with sparse seagrass coverage and clear waters close to the opening (NE), (2) a shallow environment dominated by opportunistic benthic macroalgae with clear waters and suitable for eel farming (NW and W), and (3) a deep environment with a high wind forcing and sediment re-suspension leading to turbid waters and extremely poor benthic vegetation coverage. In the overall, the health of the lagoon was considered to be good.

Although analytical works on samples of both TWB studied will be still in progress for 2 or 3 months after this meeting, the general pictures obtained together with the available literature, provided a largely sufficient pack of evidence indicating that it is time to favour investments in monitoring, bioremediation, and social awareness strategies, and to minimize those in scientific research.

## **Diversity as a tool to face environmental variation. Two case-studies on the Moroccan sandy shores**

L. Fanini<sup>1</sup>, L. V.Gecchele<sup>1</sup>, S. Gambineri<sup>1</sup>,  
F. Errahmani<sup>2</sup>, O. Coleman<sup>3</sup>, F. Scapini<sup>1</sup>

1 Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze  
2 Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi  
3 Museum für Naturkunde, Berlin

The shores of Northern Morocco are subject to different kinds of pressure, the on-going development plans for this Region on the one hand, and the natural environmental conditions on the other. The behaviour of species inhabiting sandy shores is known to be related to environmental changes. In this research we studied sandhopper behaviour displayed at a wadi mouth, which is a transitional environment, to unravel the links between environmental variation and behavioural adaptation. The set of environmental conditions was represented by the two WADI study sites in Northern Morocco, one on the Mediterranean shore (Oued Laou) and the other on the Atlantic one (Asilah). Each site included a wadi mouth and different environmental conditions characterising the two banks. Behavioural tests on the local amphipod populations were carried out at the two sites on both wadi banks before and after summer, identified as the critical season. The results obtained from these experiments highlighted a high diversity, in terms of sandhopper species, seasonal patterns of abundance, and behavioural strategies. Such diversity, at different nested levels, is displayed at local scale and may represent a buffer for ecosystem resilience to the on-going changes, most of them connected to the human uses of the sandy beach resource.

## **Evaluation de la Biodiversité et cartographie des macroinvertébrés aquatiques de Tahaddart : Intérêt pour la gestion rationnelle des ressources hydriques**

O. Himmi<sup>1</sup>, M. El Alami El Moutaouakil<sup>2</sup>, N. Bennis<sup>2</sup> and B. Belqat<sup>2</sup>

1 Institut Scientifique, Université Mohammed V – Agdal, Rabat  
2 Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan

Les macroinvertébrés aquatiques constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de Vertébrés. De plus, ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur grande diversité et de leur sensibilité variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. La connaissance de la biodiversité aquatique de la ZCBVT, particulièrement celle des macroinvertébrés est primordiale pour contribuer à la proposition de

stratégies de gestion des ressources en eau et les planifications qui y sont apparentées pour un usage rationnel des ressources hydriques. C'est ainsi que le nombre de taxons recensés dans le site s'élève à 230 au moins, qui sont répartis en 5 classes (Gastéropodes, Bivalves, Mollusques, Crustacés, Arachnides et Insectes), 15 ordres et 63 familles systématiques. Une analyse de cette biodiversité aquatique, d'une bonne qualité biologique en général, sera présentée en mettant en évidence ses «hot spots», constitués par 47 espèces patrimoniales retrouvées et qui peuvent être utilisées pour justifier l'importance des ressources hydriques du site et orienter les conclusions dégagées par le projet WADI. Enfin, les valeurs écologiques du site sont ressortis ainsi que les habitats remarquables à conserver et ce en mettant l'accent sur les menaces/impact sur les macroinvertébrés aquatiques. En tenant compte de toutes ces considérations, il est donc possible de faire des propositions quant aux mesures de gestion des ressources hydriques du compartiment des macroinvertébrés.

### **Les changements récents dans la composition du peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs du Bas Tahaddart dans le contexte d'une dynamique à l'échelle nationale**

A. Qninba<sup>1</sup>, M. Radi<sup>2</sup> & A. El Idrissi Essougrati<sup>3</sup>

1 Institut Scientifique, Rabat, Maroc.

2 Ecole Normale Supérieure, Marrakech, Maroc.

3 Centre Marocain des Zones Humides (HCEFLCD), Rabat, Maroc.

L'avifaune aquatique du complexe de zones humides du Bas Tahaddart a fait l'objet d'un suivi régulier durant les années 1970 (Pineau & Giraud-Audine 1974, 1975, 1976, 1977, 1979, Giraud-Audine et Pineau 1973, 1974) ; depuis, seule sa composante hivernale continue d'être suivie dans le cadre des dénombrements hivernaux d'oiseaux d'eau coordonnés par l'Institut Scientifique de Rabat. Le compartiment des oiseaux d'eau reproducteurs n'a plus été étudié jusqu'au lancement des travaux de recherche entrepris dans le cadre du projet WADI. Un suivi sur deux années (2006 et 2007) a pu être alors assuré ce qui nous a permis de combler les lacunes dans nos connaissances sur les oiseaux d'eau nicheurs du Bas Tahaddart et de mettre en évidence les changements qui ont affecté ce compartiment depuis les années 1970. Nous avons constaté, en particulier, que le peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs du Bas Tahaddart a connu ces dernières décennies une nette amélioration, non seulement par la réhabilitation d'espèces ayant disparu du site ou par le renforcement des effectifs de celles ayant survécu, mais aussi par l'installation de nouveaux éléments reproducteurs qui étaient inconnus de la zone auparavant. Alors que la majorité des zones humides marocaines subissent des contraintes négatives sur leur ressource en eau suite à une pression humaine de plus en plus croissante et à la succession de plusieurs années de sécheresse, quelques sites ont connu ces dernières années une nette amélioration de leurs valeurs écologiques, en particulier ornithologiques, suite à une dynamique locale positive. C'est le cas du complexe de zones

humides du Bas Tahaddart mais aussi de ceux du Bas Loukkos, de Smir et de l'embouchure de l'oued Moulouya ou encore celui du lac de barrage d'Al Massira, où des aménagements hydrauliques, routiers ou industriels ont participé à la réhabilitation ou à la création d'habitats écologiques favorables à la nidification d'un certain nombre d'espèces d'oiseaux aquatiques dont certains sont considérés comme rares, menacés ou nouveaux à l'échelle du pays.

## Biodiversité, fonctionnement et état de la qualité écologique des structures benthiques de l'estuaire de Tahaddart

H. Bazairi<sup>1</sup> & A. Bayed<sup>2</sup>

1 Laboratoire d'Ecologie Aquatique et Environnement, Faculté des Sciences,  
Université Hassan II - Ain Chock, Casablanca, Morocco

2 Unité de recherche OCEAMAR, Institut Scientifique, Université Mohammed V – Agdal, Rabat, Morocco

L'étude de la macrofaune benthique de l'estuaire de Tahaddart, s'inscrit dans le cadre du projet WADI. Elle se propose d'apporter des éléments de réponse aux objectifs attendus par le workpackage 1 (*description qualitative du système*), le workpackage 2 (*description quantitative du système*) et le workpackage 3 (*évaluation des impacts sur les différents compartiments*). Les recherches menées sur ce compartiment biologique concernent la zone intertidale estuarienne essentiellement. Elles sont basées sur une approche spatiale (31 stations échantillonnées en juin 2006), d'une part, et temporelle (17 stations prélevées entre juin 2006 et juin 2007), d'autre part. La faune benthique de l'estuaire de Tahaddart compte 67 espèces réparties sur 10 groupes zoologiques et dominés par les Mollusques, Crustacés et Polychètes. Elle s'apparente globalement à celles des lagunes et estuaires nord-atlantiques marocains. L'originalité est, toutefois, son organisation en trois communautés bien distinctes (similarités ne dépassant guère 30%) sans continuum biologique caractéristique des écosystèmes côtiers semi-fermés, notamment les estuaires. Les trois communautés identifiées, se succédant de l'aval vers l'amont, correspondent à la communauté à *Eurydice pulchra* – *Bathyporeia nana* installée sur un fond sableux, la communauté à *Upogebia pusilla* – *Carcinus maenas* sur fond vaseux avec présence de *Zostera noltii* et la communauté à *Hediste divesicolor* – *Scrobicularia plana* – *Cyathura carinata* des fonds vaseux non végétalisés. La communauté à *Upogebia pusilla* – *Carcinus maenas* s'est avérée la plus diversifiée et la mieux structurée. L'habitat sédimentaire, les herbiers de *Zostera noltii* et la bioturbation seraient les éléments clés du fonctionnement actuel et de la structuration des communautés benthiques de l'estuaire de Tahaddart. L'état de la qualité écologique de l'écosystème benthique a été réalisé à l'aide de l'AMBI et du M-AMBI. Les résultats obtenus plaideraient en faveur d'un bon état écologique. Ceci a été confirmé par les résultats obtenus, aux mêmes stations biologiques, par l'étude géochimique des sédiments et par les mesures de potentiel Redox. L'intégration de tous les résultats se rapportant à l'écosystème benthique de l'estuaire témoignerait d'une légère accumulation de matière



organique et d'un recyclage complet des nutriments dans l'estuaire de Tahaddart. Celui-ci est donc peu perturbé et les connaissances acquises sur le compartiment benthique dans le cadre du projet WADI serviront, en toute connaissance de cause, d'état de référence dans tout programme de suivi ultérieur.

## Distribution des Amphibiens du Bassin Versant d'Oued Laou: implications en termes de conservation

S. Fahd<sup>1</sup>, M. Mediani<sup>1</sup> & X. Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques, Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi. BP 2121, Tétouan, Maroc

<sup>2</sup> Departamento de Biología Animal (Vertebrats), Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona, España.

Le bassin versant d'Oued Laou se trouve dans la région Nord – Ouest du Maroc, sur le littoral méditerranéen et occupe une superficie d'environ 930 Km<sup>2</sup>. Il se situe entre deux cadres géographiques contrastés, le littoral et la montagne et se caractérise par la présence de climats allant du semi-aride au perhumide. Cette région présente un grand intérêt biogéographique, paysager et de biodiversité et possède une diversité exceptionnelle aussi bien en flore que faune. Neuf espèces d'amphibiens ont été détectées dans le bassin versant d'Oued Laou, ce qui représente 70% de l'ensemble des espèces présentes au Maroc. Il s'agit d'un des groupes d'animaux les moins étudiés au Maroc, et qui ne bénéficie d'aucun type de protection légale dans ce pays. L'importante diversité en amphibiens observée dans le bassin versant d'Oued Laou est le résultat de la grande diversité d'habitats qui caractérise cette région. Les zones les plus riches sont Jbel Kelti, Bou Hachem et le sud ouest du bassin versant (9 espèces). Ces zones sont incluses dans le Parc National de Talassemrane et le sibe de Bou Hachem. Les espèces les plus rares sont *Pleurodeles waltl* et *Pseudepidelea viridis*. Les plus abondantes sont *Bufo mauritanicus* et *Pelophylax saharicus*. Les espèces les plus menacées sont *P. waltl*, *Salamandra algira* et *Alytes maurus*. Les principales menaces qui pèsent sur les amphibiens d'Oued Laou sont la déforestation et la pollution de l'eau. Les mesures de protection à prendre sont l'élaboration de textes législatifs incluant les amphibiens au Maroc et la prise en considération des amphibiens et de leurs habitats dans la zonation des aires protégées du bassin versant de Oued Laou.

**Mots clés :** Amphibiens, répartition, diversité, conservation, bassin versant d'Oued Laou, Maroc

---

## **Les macroinvertébrés aquatiques du réseau hydrographique Laou et du parc national de Talassemtane (Rif, Maroc) : Biodiversité, degré de vulnérabilité et état de conservation**

N. Bennas, M. El Alami et B. Belqat

Université Abdelmalek Essaâdi, Laboratoire Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques,  
Faculté des Sciences de Tétouan, Département de Biologie, Tétouan, Maroc.

Les écosystèmes aquatiques continentaux sont parmi les écosystèmes les plus sensibles aux altérations humaines et aux changements climatiques notamment ceux situés dans les régions côtières. Le bassin versant Laou, le plus important cours d'eau du Rif occidental méditerranéen, est un site revêtant une originalité incontestable. Il trace son chemin sur 70 Km, vers la mer à travers d'impressionnantes gorges tout en étant dominé par des falaises majestueuses. La géomorphologie et le climat de la région ont favorisé la mise en place d'une faune et flore singulière, en terme de diversité, d'endémismes et de rareté. Tout ces particularismes en terme de formations géologiques, paysagères comme par ses composantes faune et flore, ont fait qu'une grande partie de ce bassin versant est incluse dans l'aire protégée la plus originale du Rif occidental : le parc national de Talassemtane « PNTLS », lequel fait également partie de la première Réserve de Biosphère Intercontinentale de la Méditerranée Occidentale « RBIMO ». Dans le but de compléter et d'actualiser l'information sur la diversité des macroinvertébrés aquatiques du bassin versant Laou et du parc national de Talassemtane, une série de prospections hydrobiologiques ont été menées dans les différents habitats types jalonnant les deux sites. L'analyse du degré de vulnérabilité des espèces recensées a permis l'identification des espèces hautement menacées. En outre, l'état actuel de conservation et les principaux impacts auxquels sont soumis ces écosystèmes aquatiques sont également déterminés.

**Mots clés:** Macro invertébrés, vulnérabilité, conservation, Laou, Talassemtane, Rif, Maroc

## **Vers une valorisation et une conservation de la biodiversité macrozoobenthique de l'estuaire de l'Oued Ghrifa**

A. Chaouti & A. Bayed

Unité de recherche OCEMAR, Institut Scientifique,  
Université Mohammed V-Agdal, Avenue Ibn Battota, B.P. 703, Rabat - Morocco

L'estuaire de l'Oued Ghrifa est un écosystème marqué par une diversité macrozoobenthique appréciable, caractérisée par 29 familles englobant 44 espèces réparties majoritairement entre trois grands groupes zoologiques ; crustacés, polychètes et mollusques. L'attribution de ces

espèces bioindicatrices à des groupes écologiques a permis de calculer un ensemble d'indices biotiques. Ces derniers ont montré l'absence de signes de pollution et de perturbation témoignant ainsi d'un état écologique qui se balance entre « très bon » et « modéré » avec un peuplement qualifié de « normal » à « déséquilibré ». Or les contraintes et impacts des différentes activités humaines qui se déroulent au sein de l'écosystème de l'estuaire de l'Oued Ghrifa représentent un risque potentiel et permanent pouvant conduire à la régression voire la disparition du cortège spécifique de la macrofaune. Ceci pourrait avoir un effet négatif sur le maintien de la biodiversité et la pérennité des peuplements benthiques en particulier. La nécessité d'établir des mesures de conservation s'avère une étape préventive indispensable après avoir statué chacune des espèces dont l'importance pour la santé, la qualité et l'intégrité de l'écosystème a été déjà mise en évidence. D'où émerge la nécessité de chercher les catégories d'importance pour chacune des espèces sinon des familles puisque la biologie, l'écologie et les fonctions entre les espèces à cette résolution taxonomique est suffisamment similaire pour justifier un tel rassemblement spécifique.

### **Diversity of the terrestrial isopods in the Tahaddart catchment area (North-West of Morocco)**

S. Hamaïed-Melki, M. Sghaier Achouri and F. Charfi-Cheikhrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et de Systématique Evolutive, Faculté des Sciences, Université El Manar, Tunis, Tunisie, E-mail: [soniahamaied@lycos.com](mailto:soniahamaied@lycos.com)

In North Africa, only few studies on the diversity of terrestrial isopods communities have been performed. Till the 20<sup>th</sup> century, some lists of woodlice species were established in different countries of this region and about 90 species were mentioned. More recent investigations were focused on the systematic, the geographical distribution of some common genera, *Porcellio*, *Porcellionides* and *Armadillidium*. Within the framework of MEDCORE and WADI projects, the terrestrial isopod diversity in some regions of Tunisia and Morocco has been investigated. In this presentation, we focused on the woodlice diversity at the Tahaddart area according to plant associations. Sampling was carried out in May 2008 in 12 natural habitats: 4 sites with forest vegetation, 3 sites with maquis vegetation, 4 sites with meadow vegetation and 1 site, near the river mouth with halophilous plants. In each habitat, specimens were hand collected by the three authors during a period of one hour and preserved in 70° alcohol and then identified. In the Tahaddart area, 2454 specimens belonging to 19 species and 7 families (Tylidae, Philosciidae, Halophilosciidae, Armadillidiidae, Armadillidae, Platyarthridae and Porcellionidae) were collected. These species, variously distributed in the different habitats, allowed us to compare the abundance, the diversity and the distribution pattern of these isopods between the 12 habitats. Diversity is quite high in the different studied habitats; the highest value was observed in opened areas. The latter are also the most balanced habitats.

The community similarity estimated by the Bray-Curtis index shows that habitats are clustered according to plant association.

**Key words:** Diversity, terrestrial isopods, Tahaddart catchment area, Morocco

### **Diversity of Terrestrial Isopods at the Nahli Park (North East of Tunisia)**

M. Sghaier Achouri, S. Hamaïed-Melki, D. Bohli,  
and F. Charfi-Cheikhrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et de Systématique Evolutive, Faculté des Sciences,  
Université El Manar, Tunis, Tunisie, E-mail: [soniahamaied@lycos.com](mailto:soniahamaied@lycos.com)

In Tunisia, most studies on the biodiversity of woodlice were restricted to records of individual species, their geographical distribution and their ecological preference. In fact, only few investigations have been carried out relating to the structure of terrestrial isopod communities. In this present work, we have assessed the diversity of terrestrial isopods according to habitat and altitude at the Nahli Park. We selected 3 habitats for sampling: (i) a dense maquis of *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Erica multiflora*, *Globularia alypum*, *Callycotome villosa* with some trees of *Pinus halepensis*, (ii) a degraded maquis of *Erica multiflora*, *Pistacia lentiscus*, and *Juncus* sp. with some *Pinus halepensis*, and (iii) a forest of *Eucalyptus* sp., *Pinus halepensis*, *Erica multiflora*, *Pistacia lentiscus* and *Juncus* sp. Sampling was carried out in May 2006, January 2007 and November 2007. In each site, specimens were collected in an area of 7.5 m<sup>2</sup>, divided into 30 (0.5 × 0.5 m) quadrats which were randomly distributed. At the Nahli Park, 7 terrestrial isopods species, belonging to 3 families, Platyarthridae, Armadillidiidae, and Porcellionidae, were found. The sampled species belong to 5 biogeographical categories. Furthermore, they are not evenly distributed in the studied habitats; they varied in number of species as well as in the number of specimens. The community similarity estimated by the Bray-Curtis index shows that habitats are clustered according to vegetal association.

**Key words:** Diversity, Terrestrial isopods, Nahli Park, Tunisia

## Locomotor activity rhythm of *Talitrus saltator* from two geomorphologically different beaches: Kalaat Landalous and Oued Medjerda

A. Ayari, D. Bohli & K. Nasri-Ammar

Unité de recherche « Biologie Animale et Systématique Evolutive »,  
Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire de Tunis  
El Manar I 2092, Tunis, Tunisie.

[ayari\\_amel13@yahoo.fr](mailto:ayari_amel13@yahoo.fr)

[ayariamel@gmail.fr](mailto:ayariamel@gmail.fr)

The supra-littoral Amphipod *Talitrus saltator* represents an excellent bio-indicator of beaches' and coastal dunes' stability. The locomotor rhythm of this species was recorded in July and September at the level of two beaches presenting a different balneal activity: Kalaat Landalous and Oued Medjerda, in order to study the effect of the summer season on its locomotor behaviour. Two experiments were undertaken simultaneously for the two areas. In each experiment, the individuals were undertaken during two different photoperiodic regimens as 7 days simulating natural photoperiod and 7 days continuous darkness. The recording concerns adult individuals (N = 15) which are maintained isolated at constant temperature ( $18 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ). The mortality percentage of Kalaat Landalous beach population is equal to 0% as well as before and after summer. On the other hand, the Medjerda river population is characterized by an increasing mortality percentage; it is about 20% and 33% at July and September, respectively. The analysis of the wave form curves showed that whatever the photoperiodic regimens or the season of recording, 3 major profiles were identified: unimodal, bimodal and multi-modal. However, it is the percentage of each profile which differs. In addition, the Periodogram analysis showed that the periods of the locomotor rhythm under LD conditions are close to 24h and are longer in free running conditions.

**Keywords:** *Talitrus saltator*, locomotor activity rhythm, Kalaat Landalous and Oued Medjerda

## *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 population in the Ghar El Melh lagoon: biological characteristics

R. Zakhama-Sraieb, Y. Ramzi Sghaier, A. Omrane & F. Charfi-Cheikhrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive, Faculté des Sciences de Tunis  
[rymzakhama@gmail.com](mailto:rymzakhama@gmail.com)

The Ghar El Melh lagoon is one of the most important wetlands in Tunisia, and was declared a Ramsar site in 2007. In the framework of the WADI project a survey of the fauna in this lagoon indicated the presence of a young population of *Pinna nobilis* inhabiting in *Cymodocea nodosa* meadows mixed with *Ruppia sp* and *Nanozostera noltii* at -1 m depth. A study was conducted

on apnoea in the lagoon and 30 dead fan shells were sampled to the biometric study in the laboratory. The density of the population of *Pinna nobilis* was about 5,42 ind.100m<sup>-2</sup>. Seventy-six percent of pinnids have a total height between 20 and 30cm corresponding to an age of 2-3 years. Maximal age of the fan shell in Ghar El Melh is estimated at 4 years, and related to the widening of El Boughaz (lagoon-sea connection) and the improvement of water quality. Shells of *Pinna nobilis* oriented the opening of their valves preferentially in the direction of the marine current entering in the lagoon. Fauna associated to *Pinna nobilis* has been identified and 13 species have been counted. A relationship between the size of *Pinna nobilis* individuals and the number of sea urchin partners was noted.

**Keywords:** *Pinna nobilis*, Ghar El Melh lagoon, Ramsar site, Tunisia

## Importance de la basse vallée de la Medjerda pour l'avifaune en Tunisie

M. Touhri and F. Charfi-Cheikhrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive, Faculté des Sciences de Tunis

La basse vallée de la Medjerda représente un ensemble complexe d'écosystèmes caractérisé essentiellement par la variété de ses ressources hydriques : des cours d'eau permanents et temporaires, des lagunes, des sebkas, des lacs collinaires, des barrages, etc. La région compte deux sites RAMSAR notamment la lagune de Ghar El Melh et l'embouchure de l'oued Medjerda et un site ZICO, celui de Garet Mabtouh considéré comme une zone importante pour la conservation des oiseaux selon les critères de *BirdLife International*. Cette importante diversité des habitats de la basse vallée de Medjerda se traduit par une richesse de sa faune avienne où plus de 80 espèces d'oiseaux ont été recensées, soit environ le quart de l'avifaune tunisienne. Ces espèces sont réparties en plusieurs groupes : les oiseaux d'eau, les passereaux, les rapaces et les oiseaux marins. Par ailleurs, le site abrite plusieurs espèces d'intérêt international et régional :

- trois espèces globalement menacées, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Busard pâle *Circus macrourus* et le Goéland d'Audouin *Larus audouinii*,
- quatre parmi les 15 espèces protégées à l'échelle de la région méditerranéenne selon la convention de BONN ; il s'agit du Flamant rose *Phoenicopterus ruber*, le Grand cormoran *Phalacrocorax carbo*, la Sterne Caugek *Sterna sandvicensis* et la Sterne naine *Sterna albifrons*.

Outre son importance pour l'avifaune sédentaire, la basse vallée de la Medjerda et plus précisément Jbel Ennadhour constitue l'un des sites les plus importants pour les oiseaux migrateurs en Tunisie. En effet, on peut y observer 12 espèces de rapaces et plus de 30 espèces de passereaux.

## Diversité et distribution de quelques arthropodes littoraux de quatre plages du N-E de la Tunisie

M. El Gtari<sup>1,2</sup> et F. Charfi-Cheikhrouha<sup>1</sup>

1 Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive,  
Faculté des Sciences de Tunis, 2092 Manar II (Tunisie).

2 Faculté des Sciences de Gafsa, Campus Universitaire, 2112 Sidi Ahmed Zarrouk (Tunisie)

La diversité des peuplements d'arthropodes littoraux ainsi que la densité et la distribution spatiale des talitridés semi-terrestres ont été étudiées pendant la même saison (Mars 2008) au niveau de quatre plages voisines de la basse vallée de la Majerda. Ces plages, diffèrent par quelques structures morphologiques notamment la présence de ports et par le degré de fréquentation. En effet, les deux plages de la région de Kalaat Landalous, dont l'une située au niveau du port, sont étroites, distantes de quelques centaines de mètres et dépourvues de dunes bordières mais limitées par une sebkha occasionnellement couverte par les eaux des pluies. Les deux autres plages, celles de Sidi Ali El Mekki et du port de Ghar El Melh sont bordées par quelques petites dunes bordières séparant la plage de la lagune. Les résultats ont montré que la plage du port de Kalaat Landalous abrite l'effectif le plus élevé en arthropodes probablement dû à la faible fréquentation de cette plage. Pour la région de Ghar El Melh, la plage de Sidi Ali El Mekki renferme plus d'insectes que celle du port, tandis que la plage du port abrite plus de talitres. La sex ratio des talitres de ces deux plages est en faveur des femelles. Deux espèces de talitres, *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* sont présentes au niveau des 2 plages de Kalaat Landalous avec un effectif plus réduit dans la station plage du port. Dans les 2 stations, *Talorchestia brito* est plus abondante que *Talitrus saltator*. La distribution spatiale des talitres diffère d'une plage à l'autre en fonction de la richesse en sable, de la présence ou non des dunes bordières, de la morphologie, de la nature et du degré de fréquentation de la plage. Les talitres occupent les endroits les plus humides et les moins érodés.

## Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and rhizome growth in the lagoon of Ghar El Melh

Y. R. Sghaier, R. Zakhama-Sraieb & F. Charfi-Cheikhrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive, Faculté des Sciences de Tunis  
[yassinramzi@yahoo.com](mailto:yassinramzi@yahoo.com)

The annual growth and biomass cycle of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Ghar El Melh lagoon (northeast Mediterranean coast of Tunisia) during November 2006- November 2007 is described. Two sampling stations were selected, the first close to the communication channel with the sea and the second inside the lagoon. The vitality of the *Cymodocea nodosa*

meadows in the two stations was compared according to shoot density, plant biomass and rhizome growth. The rhizome production was estimated by marking rhizome terminals. All data showed a clear seasonality. In general, maximum biomass and rhizome growth was reached in summer. The station under marine influence showed the highest value of shoot density (until 1083 shoot m<sup>-2</sup> in summer) and biomass (until 570 g m<sup>-2</sup> in summer); on the other hand, the rhizome growth was significantly higher in the second station (until 0.5 mm day<sup>-1</sup> in summer).

### **Macroinvertebrate diversity in cultivated and non cultivated soils in relation to environmental features**

C. Rossano and F. Marra

Department of Evolutionary Biology – University of Florence, Via Romana, 17 – 50125 Florence, Italy  
[claudia\\_rossano@libero.it](mailto:claudia_rossano@libero.it)

Water uses and weather changes can affect the environment and induce alterations, such as drying up of fresh water springs and saltwater ingression into the groundwater table. Typical is the case of coastal areas where groundwater resources are near to salty basins. Massive freshwater extraction associated to fault structures can cause salty water intrusion and the mixing of salty and freshwater can deeply affect human activities. The Ombrone river low plain, partly included in the Maremma Regional Park (Grosseto, Italy), is one of these threatened areas. In the Golene localities, along the Ombrone river course, hydro-geological studies revealed a subterranean ingression of sea water, whose visible effect is a number of salt efflorescences in cultivated fields. Clover and wheat production in this area is low as main result of this secondary soil salinization. An inspective analysis on soil macroinvertebrate communities was conducted in June and September 2007 in the Alberese Regional Farm in the Maremma Regional Park in order to investigate the relationships between macrofauna, cultivations and soil features. The study was carried out in the organic cultivation area along the Ombrone river course from the river mouth to about 9km inland. Localities significant for rich or poor crops were chosen in order to compare points with different soil characteristics (texture, salinity and pH). Pitfall traps without artificial baits were kept active for 24 hours in 10 different sites, to collect macroinvertebrates in accordance with their real density. There was no clear spatial trend across the sampled sites, between the river mouth and the inland, but significant relationships were found between macrofauna diversity, vegetation, season and soil features such as salinity and pH.



---

## Spatial distribution and interannual variation of macrophytic vegetation colonising the sand dune system at Cala Francese, Collelungo in the Maremma National Park

S. Lanfranco

International Environment Institute, University of Malta,  
Room 311, Chemistry Building, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta  
[sandro.lanfranco@um.edu.mt](mailto:sandro.lanfranco@um.edu.mt)

The macrophytic vegetation of the sand dune systems colonising the sand dune system at Cala Francese was censused in July 2006 and April 2007 in order to determine patterns of spatial distribution and interannual change in the communities sampled. Vegetation cover was investigated along a number of permanent belt transects extending inland from the shoreline up to a perpendicular distance of 150m. Field data was initially collected as presence/absence of macrophytes within a 1m<sup>2</sup> square quadrat at replicate points along each metre-interval of a transect and subsequently amalgamated into cumulative occurrence counts for each metre-interval. Exploratory analysis using NMDS suggested the presence of three distinct clusters of spatial points, corresponding to distinct vegetational zones in the field. Separation along Component I indicated a cluster of points corresponding to nearshore sampling units correlated with the occurrence of *Ammophila aneraria*, *Euphorbia paralias* and, particularly, *Xanthium italicum*. A second cluster corresponding to sampling units situated behind the crests of the dune was also indicated by separation along Component I and was strongly correlated with the occurrence of *Limonium etruscum*, *Juncus acutus* and *Inula crithmoides*. A third cluster, indicated by separation of the second cluster along Component II, was correlated with the occurrence of *Pinus* sp., *Juniperus oxycedrus* and *Erica arborea*. The three clusters were detected during both years of this study and their superimposition suggests very little interannual change in community structure and composition. Data from another study in this volume (Chelazzi *et al*) suggests a strong correlation between salinity of the substratum with the occurrence of the cluster comprising *Limonium etruscum*, *Juncus acutus* and *Inula crithmoides* whilst differences in species composition between the *Ammophila anerari*/*Euphorbia paralias*/*Xanthium italicum* zone and the *Pinus* sp./*Juniperus oxycedrus*/*Erica arborea* zone are attributable to stability of the substrate.

## **A preliminary spatial analysis of the population of *Limonium etruscum* Arrigoni et Rizzotto at Parco dell'Uccellina, Tuscany, Italy**

S. Lanfranco

International Environment Institute, University of Malta,  
Room 311, Chemistry Building, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta  
[sandro.lanfranco@um.edu.mt](mailto:sandro.lanfranco@um.edu.mt)

A population of *Limonium etruscum* Arrigoni et Rizzotto was subject to a preliminary spatial analysis in its type locality at the Parco dell'Uccellina on the coastal fringe between Marina d'Alberese and Collelungo. Occurrence of this plant was investigated along a number of permanent belt transects extending inland from the shoreline up to a perpendicular distance of 150m. Field data was initially collected as presence/absence of the species within a 1m<sup>2</sup> square quadrat at replicate points along each metre-interval of a transect and subsequently amalgamated into cumulative occurrence counts for each five-metre interval. Individual plants were recorded within a range of 51m to 138m from the shoreline with peak abundance being attained in the 100m-120m interval and decreasing very sharply further inland. The abundance of *L. etruscum* as highly correlated with salinity of the substratum ( $r=0.86$ ;  $n=19$ ). The spatial distribution of plants on scales of 100m<sup>2</sup> was described through calculation of a T-Square Index and resource usage of individual plants estimated using Voronoï tessellations. Values of the T-Square Index suggested uniform to overdispersed distributions of individuals, whilst analysis of Voronoï tessellations did not indicate any correlation between dimensions of individual plants and the area of substratum utilized.

## **Numerical importance of waterbird populations wintering in WADI site**

N. Hamdi and F. Charfi-Cheikhrouha

U/R : Ecologie Animale et Systématique Evolutive, Département de Biologie,  
Faculté des Sciences de Tunis, 2092, El Manar, Tunisie.  
[nabilhamdimd@yahoo.fr](mailto:nabilhamdimd@yahoo.fr)

Information on of the individual's number in a population represents some of the most basic data needed to conserve populations. Over the past decades, many waterbird populations have undergone rapid changes in number as well as in distribution in response to the creation of refuges, man-made wetlands and climate change. These continuing changes need to update population estimates on a regular basis. To this point of view, surveys of wintering waterbirds in wetlands belonging to WADI site were carried out. During 2006-2007 and 2007-2008 winter periods, a total of 25375 individuals and 44 species were detected belonging to 8 orders and 16 families which were mainly occurring in flocks. Charadriiformes are the most abundant taxonomical group with 14097 individuals (55.55 % of the total) as well as the most diverse with

23 species (52.27% of the total). The most abundant species accounted for more than 92.01 % of the total abundance were *Phoenicopterus ruber* (33.89%), *Calidris alpina* (24.71%), *Vanellus vanellus* (12.24%), *Calidris minuta* (9.88%), *Tadorna tadorna* (5.91%), *Larus ridibundus* (3.09%), *Tringa totanus* (1.24%) and *Anas clypeata* (1.04%). Furthermore, only sebkhat Ariana site satisfied three selection criteria of the Ramsar Convention (Ramsar 2005: criteria 2, 5 and 6) confirming its international importance in the conservation of waterbirds populations. Indeed, the carrying capacity of this site is higher than 2000 individuals with the presence of one threatened species (*Oxyura leucocephala*) and two species which constitute more than 1% of the original population (*Tadorna tadorna* and *Phoenicopterus ruber*). However, the continuing changes on the WADI wetlands structure cause a general perturbation of the considered winterquarter and its avifauna. Thus, it's essential to use appropriate management strategies to enhance the value of this area for the waterbird species, which were very sensitive to habitat productivity changes.

### **Spatial and temporal changes in the community structure of a beach-dune ecosystem of the Maremma Regional Park in relation to environmental features**

I. Colombini, M. Fallaci, E. Gagnarli and L. Chelazzi

Institute for Ecosystem Study CNR Via Madonna del Piano 10 50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy  
[chelazzi@ise.cnr.it](mailto:chelazzi@ise.cnr.it)

Within the WADI Project INCO-CT-2005-015226 a study was conducted at the Maremma Regional Park to assess how changes occur over space and time in the biotic components of the beach ecosystem in relation to salt water intrusion. Changes in macroinvertebrate diversity and plant biomass were analysed according to their height from the water table and to their distance from the sea taking into account substrate features, vegetation type, water quality and seasonality. The study site was chosen at about 1 km to the south of Collelungo, in an area where the process of aggradation reached its highest level. Here the area was characterised by a shallow retrodunal depression that could be periodically flooded by heavy rain or invaded by marine water during violent sea storms. Monthly surveys, starting in October 2006, were carried out for an entire year. Two transects with pitfall traps perpendicular to the shoreline were set from the shoreline to the retrodune to assess species diversity, richness and abundance. Along transects wells were drilled to reach the water table and levels were assessed together with water quality (temperature, conductivity, pH) by direct measures. To assess soil characteristics (grain size, moisture, pH, conductivity and organic matter) substrate samples were collected with cores and analysed in the laboratory using standard methods. Furthermore, beach features (slope, width and orientation) were assessed along transects. During the field trips of July 2006 and April 2007 the vegetation along the two transects was determined qualitatively within sample plots (quadrates of 1 x 1m). To assess the vegetation quantitatively along transects quadrates (50 x 50 cm) of vegetation were sampled. All material

in the sample was collected and weighed. Sampling for plant biomass was conducted seasonally (October, January, April, July). Successively in the laboratory each sample was oven dried and then weighed again. Wet vs. dry weights were used to determine water content of plants. Vegetation biomass was then calculated on dry weights.

Environmental data showed that the water table reached its lowest level in spring-summer months with conductivity and pH values decreasing from the sea to the retrodune. Annual mean moisture values of the substrate showed highest values towards the sea and in the retrodunal depression where peaks in conductivity and pH values also occurred. With Hierarchical cluster analysis plant community (42 species) were pooled into three groups according to substrate parameters and ground water characteristics. These groups reflected the zonation of the vegetation on the dune, retrodune and inland wetland area.  $\beta$  diversity values for plant species showed that the community changed in 50 % of its species every 40 m and slightly differed seasonally. Biomass values were greatest in the retrodunal depression. Species richness was correlated positively with soil moisture contents and negatively with pH. The abundance of the endemic plant *Limonium etruscum* was positively correlated with substrate conductivity whereas its presence was strictly related to moisture contents. The  $\alpha$  diversity value of the macrofaunal community was highest in April and differed significantly from the other months. The annual  $\alpha$  diversity value showed a very rich invertebrate community that was highly correlated with the vegetation biomass and distance from the sea thus to the complexity of the habitat. The annual  $\beta$  diversity value for macroinvertebrate species indicated a change in the composition of the community every 20 m and in July every 15 m. At a dissimilarity level of 40 % the macroinvertebrate species were pooled into five groups according to the substrate characteristics. The first two groups belonged to sandy beach areas whereas the third group was characterised by typical dunal species. Species of group four and five inhabited the retrodunal depression and its bordering areas. The study indicated a very healthy, dynamic and complex environment with well organised biotic components that rapidly changed perpendicularly to the shoreline. These results are discussed in relation to local management plans and policies.

### **Approche spatiale pour l'évaluation quantitative des ressources en eau dans le bassin de Tahaddart au Maroc**

A. Emran<sup>1</sup> & B. Ablat<sup>2</sup>

1 Institut Scientifique Université Mohammed V-Agdal

2 Direction du Développement et de la gestion de l'irrigation

Une démarche multidisciplinaire développée dans un SIG et faisant appel aux images de télédétection a été mise en place dans le bassin Tahaddart. L'habilitation et l'intégration des

données géographiques, l'homogénéisation des échelles, ainsi que le traitement et l'élaboration d'une base de données ont facilité le travail d'analyse spatiale de la dynamique des ressources en eau dans le bassin et de développer ainsi un modèle spatiale de tendance. La confrontation du modèle spatial à la situation actuelle de l'évaluation des ressources en eau a montré clairement que cette évaluation n'est que partielle ; la demande en eau réelle n'est pas connue et le bilan hydraulique n'est calculé que pour certains barrages avec une demande qui dépasse le bassin hydraulique de Tahaddart. Le principal résultat obtenu est la confirmation de la nécessité d'adopter une approche basée sur le modèle spatial pour pouvoir décrire convenablement et objectivement aussi bien l'offre que la demande en eau. Les méthodes actuelles doivent être révisées et renforcées par une approche spatiale de fédération et le recouplement des données émanant des différents acteurs et ce à tous les niveaux :

- l'observation des éléments définissant aussi bien l'offre que la demande en eau ;
- l'organisation des données et leur intégration dans une plateforme normalisée en vue d'assurer leur partage entre les différents acteurs du secteur de l'eau ;
- la prise de décisions suite à l'analyse statistique et aussi spatiale des données ;
- la présentation des résultats sous forme de cartes thématiques facilement actualisables.

Les principaux produits préparés sont représentés sous forme d'une base de données spatialisée relative à la ressource en eau et l'exploitation de cette BDD permet l'établissement des aspects suivants :

- le montage d'un modèle spatial des ressources en eau du bassin de Tahaddart ;
- l'intégration des données scientifiques du projet WADI relatives à la zone d'étude ;
- la proposition d'une approche spatiale pour la gestion des ressources en eau ;
- la proposition de directives pour l'élaboration d'un système d'information sur l'eau.

### **Aperçu sur le côté social l'eau dans le nord-ouest marocain : l'exemple des bassins Oued Laou et Tahaddart**

M. Abdallaoui<sup>1</sup>, A. Boulifa<sup>1</sup>, N. Chikhi<sup>1</sup> et M. Ater<sup>2</sup>

1 Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Abdelmalek Essaâdi

2 LDICOSYB, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi

Les caractéristiques physiques, la nature et l'importance du potentiel hydraulique, combinées aux autres facteurs déterminant dans l'un et l'autre bassin, font que le côté social dans ces deux bassins se caractérise par une grande diversité et richesse de cas et de modèles montrant les façons dont les populations se comporte et agissent envers l'élément eau. En effet, l'approche de ce thème permet de dévoiler certaines représentations et attitudes sociales,

spatiales, environnementales... inscrites dans la mémoire collective à travers le temps et l'espace. Le savoir traditionnel, se rapportant à l'eau, dans le territoire étudié a été acquis, et continue de l'être, au fil du temps. Il englobe tous les aspects de cet élément : biophysiques, économiques, sociaux, culturels et spirituels. Ce savoir est transmis oralement ou écrit au moyen de dictons, proverbes, contes, écrits ... ainsi que par des actions et des observations.

La communication tente d'aborder la question sociale de l'eau à partir de plusieurs axes :

- L'importance du patrimoine hydraulique, dont on va traiter le côté matériel (types de points d'eau, architecture des ouvrages hydrauliques...), les traditions, la toponymie hydrique... ;
- Le savoir traditionnel et gestion de l'eau : types de partage traditionnel de l'eau d'irrigation entre les ayants droits, sachant que plusieurs mesures d'adaptations ont été adoptés dans plusieurs terroirs ;
- Le comportement de la population vis-à-vis de l'eau et la question du genre dans l'aire de l'étude. Comment les personnes âgées, qui sont les principaux détenteurs du savoir, et qui ont un sens aigu de l'observation des tendances et des changements subtils de l'écosystème, réagissent face aux mutations hydrauliques ? ;
- L'accès à l'eau potable dans l'aire de l'étude. Cet axe permettra de faire le point sur les différentes instances et responsables de l'eau (mobilisation, distribution, assainissement...) sans oublier le rôle de la société civile dans le domaine. Le degré d'équipements de base du logement dans les deux bassins est un indicateur d'un grand intérêt à ce niveau ;
- Problèmes hydriques : l'accent est mis sur la gestion du quotidien, les conflits d'usage de cette ressource naturelle entre l'amont et l'aval dans chaque bassin, entre les ayants droits et les services officiels ..., la concurrence entre les secteurs de consommation, les maladies hydriques et mesures de soin... ;

En conclusion, la communication essaie de tracer des lignes de recherches sur certaines questions/problématiques dans le rapport Homme-Eau-Espace dans certains pays de la Méditerranée, et qui nécessitent des approfondissements.

## Women's participation and gender specificity in the use of water resources in Oued Laou basin (northwest of Morocco)

S. Fahd<sup>1</sup>, N. Bennis<sup>1</sup>, M. Ater<sup>1</sup>, Y. Hmimsa<sup>1</sup>, L. Fanini<sup>2</sup>, F. Bousalah<sup>3</sup>, M. Abdrabo<sup>4</sup>, & F. Scapini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire « Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques », Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi. Tétouan, Maroc

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia Evoluzionistica "Leo Pardi",  
Università di Firenze. Firenze, Italia

<sup>3</sup> 9 Rue de la Verrerie 75004; Paris

<sup>4</sup> Centre for Environment and Development for Arab Region and Europe, Cairo, Egypt

People in developing countries, especially those living in rural areas are usually highly dependent on natural and environmental resources for their livelihood. However, as a result of population growth and increases in poverty levels, considerable pressures are put on the environment to earn a living, which consequently affect the very same resource base they depend on to earn a living. This study is intended to analyse the current situation and trends in terms of services and environmental goods availability and use in the Oued Laou river basin, with a focus on water availability and use. These issues were investigated considering since the very beginning the different categories of inhabitants: as a matter of facts, some categories are more exposed to risks than others, because of their different links to the environmental goods. The consideration of these categories is particularly relevant in the case of a changing environment such as the Oued Laou river basin, in which the populations are experiencing a sudden change in environmental management and are under pressure by different development models at the time. The gender perspective was integrated within the study, as women represent an essential part of the system, they are usually directly deal with local environmental goods, but at the same time have limited or no representation among decisional or powerful groups.

To fulfil the multiple aims of the study, we submitted a questionnaire to households chosen by quota sampling, in which the settlement in urban or rural environment, the agriculture as main source of income and the gender represented the strata. The total sample included 52 households were involved, for which and whenever possible interviews were carried out at the same time for the male and female heads of household. The questionnaire employed included four main sections: the profile of the family (household number, educational level, main source of income); availability of services (school, other formation, health, water, sewage, electricity, gas); the repartition of work (related to the household and outside the household) between genders; the perception of trends (related to landscape, water availability, traditions, problems and relevancy of the Government's actions).

A particular case that came out throughout the study was Fran ali village, a rural area in which the main source of income is traditional pottery, an issue which affected all other aspects

covered by the survey. As a general trend, our results showed a positive shift in school attendance level between generations. We recorded few traditions related to environmental goods conservation and use, with no difference between urban and rural areas, although a component of this result may come from the low level of acceptance of own traditions when compared to the external models proposed. Regarding the services, a difference was found between urban and rural zones in terms of water services and their costs. Water availability is not a problem at the whole basin level, but wastewater treatment is missing even in urban zones. However, pollution is perceived as a problem only at the low basin level (Oued Laou). The repartition of work highlighted the number of duties carried out by women, even if they have no voice at the Jmaâ (village council). Neither women nor men felt they are not being represented at higher institutional level, and perceived the absence of Government support. However, when asked, scarce propositions to improve the current situation emerged, with the positive exception of small scale local associations and support actions. From the data collected we derived that a key feature to improve the scenario can be the education towards initiative taking and the care of common goods (including cultural ones) beyond water availability.

### **Re-assessing environmental challenges in Oued Laou, northern Morocco**

E. Conrad<sup>1</sup>, L.F. Cassar<sup>1</sup>, A. Camilleri<sup>1</sup> and M. Ater<sup>2</sup>

1 International Environment Institute, University of Malta,  
Room 311, Chemistry Building, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta  
[econr01@um.edu.mt](mailto:econr01@um.edu.mt)

2 Laboratoire « Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques », Département de Biologie,  
Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi. Tétouan, Maroc

In 1998, an assessment of environmental challenges in the Rif mountains of northern Morocco was carried out by Moore, Fox, Harrouni and El Alami. The authors identified population growth as a driving force of environmental pressures in the region, with the latter falling into three main categories, specifically (i) non-sustainable use of natural forests, (ii) changes in the agricultural system, and (iii) cannabis cultivation. Through research conducted within the ambit of the WADI project, the environmental situation in Oued Laou was reviewed, with the aim of evaluating changes and trends since the 1998 assessment, and in order to identify key management issues. Clearance of natural forests appears to persist as a problem, also leading to secondary impacts of gullying, soil erosion and sedimentation of water bodies. Agriculture also appears to be expanding into more marginal areas, as does the cultivation of cannabis, both also contributing to accelerated soil erosion. In addition, a new and substantial pressure was identified, namely urbanization, which poses a major threat to the landscape character of the Oued Laou area. The study provides several pointers for management, including the need for addressing problems at a broad landscape scale and in a holistic manner, including not only conservation aspects but also socio-economic components. It is suggested that



appropriate planning concepts, such as that of biosphere reserves, may be well suited to the Oued Laou area.

## **Patrimoine de l'eau, patrimoine des hommes et de la culture méditerranéenne et mondiale**

R. G. Maury

Geografia, Università "L'Orientale di Napoli (Italy)

[rmaury@unior.it](mailto:rmaury@unior.it)

Dans la partie de la recherche pluridisciplinaire WADI (*Sustainable management of mediterranean coastal fresh and transitional water bodies: a socio-economic and environmental analysis of changes and trend to enhance and sustain stakeholders benefits*), un intérêt non secondaire affronté par les géographes était orienté vers une approche culturelle de l'eau (*Cultural Geography, Water uses heritage, Hydraulic Archaeology*), c'est-à-dire l'étude des biens matériels et immatériels des différents usages ou pratiques de l'eau, dignes d'être repérés et classés, étudiés et sauvegardés, soit l'archéologie hydraulique, nouveau filon de la culture, digne d'être rangé parmi le patrimoine culturel de l'humanité de l'UNESCO (Maury, 2008).

Ici la recherche a porté non seulement sur quelques sites WADI (El Hondo, Elche; Valle de Rio Mondego Coimbra), mais aussi, sur de nombreux cas et situations dans des pays méditerranéens (du Maroc et du Portugal à la Turquie et l'Iran, des pays MENA et au-delà) et du monde (Europe, Canada, Amérique du Sud, Chine, etc.), hors cadre de recherche WADI et sur de nombreuses années, selon un filon de recherche nouveau, en cours de définition (Maury, colloque Napoli, 2005), qui nécessite une méthodologie pluridisciplinaire (interdisciplinaire?) d'étude et d'inventaire, et une action forte sur le terrain, au-delà de réalisations ponctuelles remarquables ci et là, une sensibilisation accrue pour le repérage et la valorisation des biens matériels et surtout immatériels.

L'exemple de El Hondo et surtout l'action ponctuelle de la sauvegarde d'un patrimoine en péril de la "Sociedad de riegos El Progreso" démontre la possibilité d'action suivie et concertée entre experts et responsables locaux, société civile et medias (Paper MARTÍN CANTARINO, MAURY, 6th WADI International Meeting, Coimbra, 2007). Signalons que l'Espagne offre déjà, entre Catalunya, Levante, Murcia et l'Andalucia, une bonne dizaine de museos de l'agua, et quelques dizaines en Europe: France, Belgique, Allemagne, Grande-Bretagne, Autriche, Suisse, etc.), aussi en Iran, Amérique (New York) - un nouveau à Coimbra au Portugal, et probablement d'autres initiatives du genre dans les zones d'étude du programme WADI. Quant à la Vale do Mondego (Portugal), des efforts concrets locaux devraient être approfondis (Penacova), comme d'ailleurs dans le monde entier, où une multitude d'actions locales (publiques ou privées ou associatives) devraient être articulées en un parcours culturel et social, auquel doivent être associés des acteurs multiples (experts, décideurs,, mais aussi de précieux témoins) mettant en jeu intérêts

économiques et dynamiques sociales locales, comme la transmission du savoir-faire, de la culture matérielle.

Soit un parcours allant de la ruine (du bien) ou de l'oubli (de pratiques) jusqu'à la juste et digne valorisation d'un ensemble reconnu de biens matériels et immatériels liés aux usages de l'eau, comme mémoire active de la culture de l'eau, dans le cadre du développement soutenable.

### **Assessing impacts in Mediterranean watersheds : WADI lessons**

E. Conrad, L. F. Cassar and A. Camilleri

International Environment Institute, University of Malta,  
Room 311, Chemistry Building, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta  
[econr01@um.edu.mt](mailto:econr01@um.edu.mt)

Watershed issues in the Mediterranean can be considered in two ways : (i) as site-specific factors dependent on the unique geomorphology, ecology and social context of each watershed, or (ii) as pan-Mediterranean issues that transcend individual sites. In the case of the latter, several such factors were identified through research conducted within the ambit of the WADI project. These include the critical links which often exist between biological resources and watershed dynamics, land use conflicts within the watershed, the range of demands and pressures placed upon watersheds, economic and social dependence on the watershed for activities and services, as well as the political difficulties involved in managing watersheds due to the fact that these often span local, regional and national jurisdictions and are the subject of fragmented responsibilities. The resources and services rendered by watersheds can be conceptualised as four priority compartments, namely biodiversity, land, ecosystem services and water. These are nested within a framework of biophysical and anthropogenically-induced pressures. Management needs to act outside this system boundary to address watersheds holistically. Trade-offs will be inevitable in managing watersheds, and negative impacts cannot be avoided. However, there is also strong potential for developing management systems based on subsidiarity which render socio-economic benefits for locals.

## **Le terroir *Ramli* de Ghar El Melh : la population impliquée, le travail, la place de l'activité agricole dans l'économie familiale et les contraintes**

A. Oueslati Ameer, O. El Aroui et R. Zaiem

Université de Tunis, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Tunis

Dans le cadre des activités du Projet Wadi, une enquête socio-économique a été réalisée auprès des exploitants du terroir *Ramli* de Ghar El Melh. Le questionnaire, déjà présenté à l'occasion de réunions précédentes, est constitué de 148 questions organisées autour de 5 rubriques. L'enquête a touché 80 parcelles réparties sur les différentes parties du terroir. Dans cet exposé, nous avançons les résultats de la partie consacrée aux questions relatives aux aspects socio-démographiques et professionnels des interviewés et aux caractéristiques des parcelles exploitées ainsi qu'aux techniques et méthodes de travail du sol, à la place du terroir dans l'économie locale et aux contraintes évoquées par la population impliquée. Cette enquête révèle que la population travaillant dans ce terroir est exclusivement masculine, âgée et d'un niveau d'éducation souvent limité. Il s'agit toutefois d'une population qui continue assez majoritairement à maîtriser les techniques de la culture *Ramli*. Celle-ci échappe encore à la mécanisation, mais elle est déjà grande consommatrice des fertilisants chimiques et dépendante sur plus d'un plan (semences, marché, main d'œuvre, ...). On découvre aussi que le travail du sol ne constitue pas la seule occupation. Ceci est expliqué par des raisons de rentabilité mais il est dû à la nature du site. L'exploitation des parcelles *Ramli* s'intègre dans un système agriculture-pêche typique. Ce système est ancien et a longtemps permis des formes de régulation de l'économie familiale traditionnelle locale. Aujourd'hui, il connaît des difficultés d'ordres variés ; ce qui appelle à plus de vigilance si on veut que ce terroir puisse continuer à exister tout en conservant son originalité et sa valeur patrimoniale.

## **Le terroir *Ramli* de Ghar El Melh : Peut-il résister encore longtemps ?**

A. Oueslati et O. El Aroui

Université de Tunis, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Tunis

Les résultats obtenus grâce aux observations géomorphologiques et à l'enquête socio économique, surtout à travers les questions relatives aux tendances, à la perception de la population de son environnement et à son attachement au terroir ainsi qu'aux différents risques naturels actuels ou annoncés pour les prochaines décennies, ne sont pas toujours rassurantes quant à l'avenir du terroir *Ramli*. Ce terroir a déjà subi différentes mutations et montre des signes de dégradation souvent suite à des interventions humaines imprévoyantes qui n'ont cessé de se multiplier au cours des dernières décennies. Plusieurs parcelles ont disparu, d'autres sont abandonnées et des formes de dérèglement commencent à se multiplier menaçant de conduire vers des situations de rupture dans des composants naturels ou humains essentiels pour l'équilibre du système. Outre les différents

problèmes et difficultés rencontrés par les propriétaires (rendements, coût de l'exploitation, main d'œuvre, pénurie en matériaux nécessaires au renouvellement et à l'entretien du sol, ...), les menaces viennent des caractéristiques sociodémographiques de la population directement impliquée ainsi que du développement, au moins dans certains secteurs du terroir, d'une nouvelle perception de l'espace qui tend à privilégier la vocation touristique du site au détriment de l'activité agricole. Le site est également guetté par différents risques naturels pour lesquels les *fellahs* ne sont pas toujours préparés. Outre les transformations, par érosion ou par progradation, du cordon littoral qui s'interpose entre le complexe lagunaire et la mer, il est d'une grande vulnérabilité à l'éventuelle élévation marine annoncée pour les prochaines décennies. Des éléments de solution peuvent être déjà recherchés chez les intervenants dans le terroir, surtout les vieux d'entre eux et qui sont à la fois propriétaires et natifs de la région. L'enquête révèle qu'ils ont été jusque là capables d'adapter leurs techniques aux modifications survenues au niveau de la dynamique du milieu. L'enquête révèle aussi que le savoir faire peut exister aussi chez les moins âgés Mais la population encore vraiment attaché au sol, bien expérimentée et ayant une bonne perception de son environnement est de plus en plus rare. Quelques recommandations seront avancées en vue de permettre à ce terroir d'échapper à la déprise totale et de conserver son originalité et son attrait.

### **Scientific research investigations on *Posidonia oceanica* meadows: An experience of environmental education in Tunisia**

R. Zakhama- Sraieb & F. Charfi-Cheikrouha

Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive, Faculté des Sciences de Tunis  
[rymzakhama@gmail.com](mailto:rymzakhama@gmail.com)

In the framework of MEDCORE and WADI project on the ecology and management of Mediterranean coastal areas and water conservation, we decided to include the local dissemination of scientific investigations in Tunisia. This activity is destined to schoolchildren between 10 to 15 years old. Ours goal is to show the importance of the seagrass *Posidonia oceanica* as a high ecological and economical ecosystem and its importance as a bioindicator of water quality. Twenty workshops were organized between November 2007 and June 2008 for 1200 participants coming from several inshore cities of Tunisia (Governorate of Bizerte, Tunis, Ben Arous, Ariana, Nabeul, Monastir, Gabès and Medenine). A test was performed before and after the presentation on *Posidonia oceanica* ecosystems to evaluate schoolchildren's knowledge. Six hundred tests were usable showing the increase of schoolchildren knowledge on *Posidonia oceanica* meadows before and after the workshop. Participants seem to be concerned by environmental problems and motivated to change their environmental behavior.

**Keywords:** *Posidonia oceanica*/ children/ Tunisia/ bioindicator

## Beyond WADI project – the issue of communication

F. Scapini and M. Nardi

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica – Università di Firenze, Via Romana 17, 50125 Firenze  
[scapini@unifi.it](mailto:scapini@unifi.it), [mnardi@unifi.it](mailto:mnardi@unifi.it)

The dissemination of the results obtained in the framework of projects funded by the European Commission has become more and more an issue because 1) the results obtained through public money must be accessible to the public also beyond the scientific community; 2) most relevant results from EC-funded projects remained ineffective. Therefore WADI has dedicated a specific work package , the WP5, to “dissemination” throughout the project, addressed to several levels of audience. The instruments developed have been adapted to the audience: to whom – what – how to communicate.

In the proposal we had identified the following target audience:

- 1) stakeholders
- 2) researchers and interested students
- 3) public

Each audience contains different target groups, e.g., policy makers, managers, local people, men and women, school children, university students, etc..., to be identified in the contexts of the study sites. The contents of the dissemination should be selected among the project results looking for those relevant for the target group. A multidisciplinary project like WADI has produced results that can be of interest to various audience. Now the task is to develop and tune communication instruments to each target audience. This has been an issue throughout the implementation of WADI and the flow of information in some cases has been difficult.

A brain storming is needed within the partnership to evaluate communication efficiency and plan further dissemination actions of WADI.

## Economic valuation of Lake Maryuit function as a deterrent to urban expansion in Alexandria

M. A. Abdrabo and M. Hassaan

Lake Maryuit is one of the Northern lakes in Egypt, located to the southwest of Alexandria city. The lake extends for 80 km along the North West coast of Alexandria and 30 km south and is divided into a number of basins by highways and railroads. The location of the lake, as is, may have acted as a deterrent to expansion of the city of Alexandria in that direction and thus

protected agricultural land from urban encroachment. This paper attempts to estimate the economic value of the lake being a deterrent to urban expansion in its vicinity. For that purpose the paper begins by monitoring expansion of built-up area of Alexandria city in general over the period between 1972 and 2002, for that purpose, three satellite images LANDSAT for Alexandria were used. The outcome of this work is then used to estimate the urban expansion of the city as a function of possible determinants including for instance accessibility, population growth.. etc. Such a function is then used to assess urban expansion in the lake vicinity assuming that the lake did not exist. The economic value of this urban encroachment in this area is then assessed using production function technique. It was found that urban expansion in the vicinity of the lake, despite its relative proximity to city centre, has been constrained by the presence of the lake. Also, the lake presence, it could be suggested, has assisted in saving considerable agricultural area in its vicinity from urban encroachment.

### **Economic Valuation of wetland ecosystem. Case study: Lake Maryuit, Egypt**

M. A. Abdrabo

Lake Maryuit is one of the Northern lakes in Egypt, located to the southwest of Alexandria city. The lake extends for 80 km along the North West coast of Alexandria and 30 km south and is divided into a number of basins by highways and railroads. It represents a very rich ecosystem providing a wide range of goods and services including for instance, fish in addition to other ecosystem services such as supporting wildlife habitat. However, the water quality in the lake has deteriorated considerably due to domestic and industrial wastewater being dumped in the lake on daily basis as well as land filing activities. This has led to considerable decline in the ecosystem functions of the lake and thus the goods and services produced. This paper attempts to value the ecosystem goods and services being produced by the lake in an attempt to show its real economic contribution. For that purpose a complete list of different ecosystem functions as well as the goods and services of the lake, was developed. The list included for example fish production and potentials for developing recreational and tourism activities in the lake. Thereafter, different economic valuation techniques were employed in an attempt to value such goods and services. The paper indicated that, some of these services were found to be really difficult to value; for instance adjusting the climate of Alexandria city. Moreover, some valuation techniques are also found to be more appropriate to be employed in the case of Lake Maryuit. This is mainly due to the nature of the lake and the socioeconomic context in Alexandria city in general and in the vicinity of the lake in particular. This paper, in this context, could be seen as setting the bases for more comprehensive work on estimating the total economic value of the lake.

## **Suitability Analysis of Water Quality in Lake Maryuit for Economic Activities Using GIS Techniques**

M. A. Hassaan, L. Serrano, O. Serrano, M.A. Mateo, M. Abdrabo

Lake Maryuit is one of the northern lakes in Egypt, located to the southwest of Alexandria city, and has been a source of fish in addition to other ecosystem services such as supporting wildlife habitat. The lake receives considerable amounts of waste water dumped regularly into the lake on daily basis. Accordingly, water quality in the lake has deteriorated largely and thus the ecosystem functions of the lake. Meanwhile, there is an urgent need to explore various available alternatives to reuse waste water in Egypt due to the increase demand for water and limited supply. In this context, the paper in hand aims at assessing suitability of water quality in three basins of Lake Maryuit for aquaculture and irrigation activities using suitability analysis through GIS techniques. The assessment involves examining two techniques of suitability analysis; namely computer-assisted overlay and weighed linear combination. As a part of WADI Project sponsored by the EC, data on various variables of water and sediments in Lake Maryuit was acquired through a field work conducted in March 2007. These variables can provide, to some extent, a comprehensive profile about the water quality in the lake and can consequently be used in assessing the suitability of water quality in the lake for some human uses. The sampling points of various water variables, which were georeferenced, were used to develop a GIS for the water quality in the lake. The tabulated sampling points were used in generating a point feature class, which in turn employed to create Digital Elevation Models (DEMs), each of them represents spatial variations in the level of one of water variables within the lake vicinity. The developed DEMs were used in conducting suitability analysis of water quality in three basins in the lake; namely Main Basin, Aquaculture Basin and Southwest Basin, for aquaculture and irrigation activities. The employment of the two techniques produced contradicting results due to the nature of each technique. The outcome of the suitability analysis according to computer-assisted overlay technique indicated that the water quality in most of the lake is not suitable for aquaculture or irrigation. The weighed linear combination technique, meanwhile, showed that water quality in large proportion of the three basins is suitable for aquaculture activities and irrigation. However, computer-assisted overlay was found to be more appropriate for suitability analysis work involving threshold values.

## Application of Ecosystem Services and Goods to the Mondego Catchment Area

R. Pinto<sup>1</sup>, J. Patrício<sup>1</sup>, F. Salas<sup>2</sup>, J. M. Neto<sup>1</sup>,  
& J. C. Marques<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IMAR – Institute of Marine Research, c/o Department of Zoology, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra. 3004 - 517 Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia, Spain.

The interrelations between ecosystem services and the population's socio-economic conditions at multiple scales, ranging from a basin overview to local assessment refinement were evaluated. We first characterize the main uses and benefits of the Mondego basin for which ecological and economic values can be estimated either directly or indirectly. We then identify a subset of the main pressures and impacts that contribute to development and maintenance. This evaluation was performed to relate appropriately ecological status and human wellbeing in the Mondego wetlands. The conditions and trends obtained for the several services under study (food production, water resources, recreation and biodiversity) over the period from 1992 to 2006 were analysed across three spatial scales. Overall, it is possible to observe a general decline of food production at the scales under study, and simultaneously higher anthropogenic pressures and impacts, resulting from an increase of local residents and also in the number of tourists visiting those areas. Along with this, there was a constant improvement of the water quality and biodiversity assets (which were included in the assessment, despite not being considered an ecosystem service, since these are at the provision basis of all the considered services and goods). The main goal of this analysis was the integration of ecosystem assets evaluation together with the ecological and the economic perspective. Meanwhile, it allowed the inventory, assessment, and valuation of the products obtained from and to the system.

**Keywords:** Millennium Ecosystem Assessment, ecosystem services evaluation and inventory, multi-scale assessment, Mondego River basin, Portugal.