

ATELIER FINAL DU PROJET START/MAGHLAG
Les Lagunes Maghrébines : Statut trophique, Vulnérabilité et Futures Possibles dans le contexte des Changements Globaux
Bizerte (Tunisie), 25-27 Juin 2012



Comité Local d'Organisation:

Najoua Trigui El Menif : Faculté des Sciences de Bizerte elmunif2004@yahoo.fr

Dhouha Alima : Faculté des Sciences de Bizerte dhouha.alimi6@gmail.com

Partenaires du Projet START/MaghLAG :



Avec le support de



PROGRAMME DES JOURNEES

Dimanche 24.06.2012

- Arrivée et accueil des participants (Hôtel Résidence Nour)
- Réunion du comité de pilotage du projet

J1	Lundi 25 Juin 2012
8.30-9.00	Inscription
9.00-9.10	Allocution d'ouverture. Abdeslem BelHaj Amara : Doyen de la Faculté des Sciences de Bizerte
9.10-9.20	Mot de bienvenue N. Trigui El-Menif
9.20 -9.40	Présentation du Projet MaghLag/START M. Snoussi
9.40-10.00	Global change and coastal lagoons. A. Newton
10.00-10.20	LOICZ biogeochemical budgets of six North African coastal lagoons: an application in the framework of the MaghLag network. G. Giordani, M. Snoussi & the MaghLAG Network (Présenté par M. Snoussi)
10.20-10.40	Modélisation hydrodynamique et écologique de la Lagune de Ghar El Melh: Diagnostic et perspectives d'aménagement. M. Moussa
10.40-11.10	<i>Pause-café</i>
11.10-11.30	Anthropisation des écosystèmes lagunaires méditerranéens : impact de la contamination chimique sur le fonctionnement et la diversité des premiers maillons trophiques pélagiques » C. Lafabrie, O. Pringault, A. Sakka Hlaili, C. Leboulanger, R.De Wit.
11.30 -11.50	La lagune du Mellah: environnement, usage et contexte socio-économique R. Zaidi & H. Kara
11:50- 12:10	Apport des rivières en nutriments (Azote et Phosphore) dans la Lagune de Bizerte. B. Bejaoui
12:10- 12:30	Problématique de l'eau et gestion hydrique d'une zone humide: Le cas de l'Ichkeul M.J. Elloumi & N. Ben M'Barek
12.30-14.00	<i>Pause-Déjeuner</i>
14:00-14:20	Aperçu des menaces sur les ressources hydriques de la lagune du Mellah R. Baba Ahmed
14:20-14:40	Modélisation de l'Hydrosystème Vaccarès : complémentarité d'une approche hydrodynamique et conceptuelle. Boutron, Loubet, Höhener, Chauvelon
14:40-15:00	Crues et tempêtes extrêmes en Languedoc depuis l'an 1000: ce que nous raconte les archives sédimentaires et les archives textuelles. L. Dézileau & P Blanchemanche
15:00: 15:20	Evènements extrêmes (crues, tempêtes et tsunamis) et évolution d'un complexe lagunaire méditerranéen au cours du dernier millénaire: cas de la lagune de Nador (Maroc Nord Oriental). Raji O., Dezileau L., Snoussi M. et Niazi S.
15.20-16.00	Résultats préliminaires sur la vulnérabilité des lagunes maghrébines. S. Niazi
16:00-16:30	<i>Pause-café</i>
16:30- 17:00	<i>Discussions</i>
J 2	Mardi 26 Juin 2012
9.00 –11:30	Table ronde avec les parties prenantes et discussion sur les thèmes suivants: - Les Lagunes Maghrébines : Vulnérabilité et futures possibles dans le contexte des changements climatiques - Approche participative pour une gestion durable des services écosystémiques des lagunes côtières dans le cadre des changements globaux.
11:30- 12 :30	Conclusions et Recommandations
12:30-14:00	<i>Pause-Déjeuner</i>
14.30- 17.30	Formation sur la vulnérabilité physique et socioéconomique des lagunes maghrébines face au changement climatique (S. Niazi)
J 3	Mercredi 27 Juin 2012
7:00- 12:00	Sortie Lagune de Bizerte
12.30-14.00	<i>Pause-Déjeuner</i>

Résumés des présentations

Sensitivity of coastal lagoon ecosystems to climate and related global changes: Developing a North African Lagoons Network

M. Snoussi, H. Kara, N. Trigui El Menif and G. Mahé

Abstract

Lagoon ecosystems in the coastal zone of North Africa represent an important source of fish and shellfish, which provide a critical economic resource for the South-Mediterranean region. Besides, many of them are classified as RAMSAR sites and then contribute substantially to regional biodiversity. Expected warming in the Mediterranean Region and changes in freshwater and sediment flows, which alter bottom sediment dynamics, salinity and oxygen levels, and nutrients, could disrupt the productivity of the trophic chain and potentially jeopardize food security and livelihoods in coastal communities that depend on these ecosystems.

However, in spite of their high ecological and economic value, North African lagoons have received relatively little attention, especially with regard to environmental conditions and risks (Cheggour et al., 2001; Ruiz et al., 2006; Snoussi, 2009) and the present society has failed in recognizing the values and functions of these ecosystems as defined by many authors (Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Fisher et al., 2008). Yet, around these coastal bodies, the demand for space and natural resources has increased tremendously over the years due to increasing population, expanding agriculture, rapid urbanization and economic development. The hydrological cycle is being modified by human activities such as changes in cropping pattern, land use pattern, damming, over-exploitation of groundwater, irrigation and drainage, and thus, many of the lagoons continue to suffer stresses originating both from sea and land-based activities and are experiencing acute environmental problems, which have led to a decrease in their resilience and adaptability to variability and change. In view of the above and in the context of future socio-economic requirements, an assessment of the sensitivity and adaptability of these coastal lagoon ecosystems to climate and related global changes is a highly challenging policy issue in the region and critical for planning long-term strategies, developing adaptation and recovery measures and preventing further pressures on these already “fragilised” coastal ecosystems.

The main objectives of this project are:

- To strengthen the co-operation between scientists and managers of the region, by facilitating the exchange of data and information on lagoons, as well as the dissemination of the scientific results ;
- To share best practices and disseminate them to stakeholders / managers for more effective actions to preserve and restore the lagoons.
- To represent the South shore of the Mediterranean in the scientific community on coastal lagoons and cooperate with similar Euro-Mediterranean networks.
- To develop joint research projects on transborder issues such as climate change, biodiversity, etc.
- To promote awareness of stakeholders to the goods and services provided by these ecosystems, but also to their high vulnerability to human pressures and climate change.

Global change and coastal lagoons

Alice Newton

Universite de l'Algarve et NILU

Abstract :

Coastal lagoons are sentinel systems for global change in the coastal zone. These shallow semi enclosed systems are important both ecologically and for the economy and provide valuable ecosystem services. Many economic sectors derive benefits from lagoon systems. Human activities and intervention alter the functioning of lagoon systems and affect the health of lagoon ecosystems. Two fundamental questions are: (1)What are the symptoms of lagoon health and (2) what are the future prospects for lagoon systems?

LOICZ biogeochemical budgets of six North African coastal lagoons: an application in the framework of the MaghLag network

G. Giordani, M. Snoussi and MaghLag partners

Abstract:

LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone: www.loicz.org) is a core project of the International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) and the International Human Dimensions Program on Global Environmental Change (IHDP). Over more than two decades of activity, a general approach to investigate biogeochemical cycles in coastal systems based on mass budgets has been developed and applied world-wide. More than 200 sites were tested making simple and robust assumptions that are valid for most of the coastal systems. The main objectives of LOICZ budgeting are to estimate ecosystem functions depending on its metabolism: the Net Ecosystem Metabolism (p-r) as well as main water and nutrient fluxes. Details on the procedure and the results of budgeting applications can be found at the LOICZ Budgets home page (<http://nest.su.se/mnode/>).

Thanks to START grant (<http://start.org/programs/africangec/2011-grants>), MaghLag partners met in February 2012, in Annaba (Algeria) to start LOICZ budgeting application to 6 North African lagoons: Nador and Moulay Bouselham (Morocco), Mellah (Algeria), Bizerte, Ghar el Melh and Biban (Tunisia). Only in Moulay Bouselham lagoon, LOICZ budgeting was previously applied with data of the 1983-98 period.

Climate is typically Mediterranean for most of the lagoons and the main characteristics are similar to what reported in LOICZ Research & Studies n° 28 about Southern Italian lagoons (<http://www.loicz.org/imperia/md/content/loicz/print/rsreports/report28small.pdf>). Generally there are two seasons, wet and dry, that last more or less six months each. During the wet season, large freshwater inputs reach the lagoons and apparently deliver most of the nutrient loadings, while in dry season evaporation is much higher than runoff and large fluxes of marine water enter in the system. For dry season, nutrient loadings can be estimated with difficulties as river inputs are close to zero.

The datasets considered in this work are relative to the previous decade and generally came from published papers or specific research activities, since no routine monitoring are developed around the lagoons by public agencies. Nutrient loadings are lacking for most of the lagoons, while salinity and nutrient concentrations within the system and in the adjacent sea are available, even if with few replicates. The available dataset allowed the estimation of water budgets for most of the systems, even if estimates were biased in dry seasons by the measures of marine intrusions and evaporation, which are always a difficult task. This becomes problematic for determining nutrient budgets and ecosystem metabolism, whose calculations are also based on data of nutrient inputs from the watershed. Therefore, inputs were estimated indirectly, from the main human activities taking place in the watershed, basically resident population, livestock and agriculture, when appropriate. Standard coefficients were used to convert human activities into nutrient loads as well as soil release/retention. Due to the main constraints in obtaining data, results from these budgeting activities have to be considered very preliminary. However, the exercises becomes an useful background for orienting future monitoring and research activities in a number of lagoons that are actually under threat and that are located in a region where a strong economic growth is expected in the future. Moreover, this is also a great opportunity for consolidating cooperation and networking among North-African and South-European sites which are sharing common threats, perspectives and goals.

Modélisation Hydrodynamique et Ecologique de la Lagune de Ghar El Melh : Diagnostic et Perspectives d'Aménagement

Mahmoud MOUSSA, Lotfi BACCAR** et Riadh BEN KHEMIS*** École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Labo. Hydraulique, BP 37, Le Belvédère - 1002 Tunis -Tunisie. Tél. : 216.71.874.700 - Fax : 216.71.872.729 - E-mail : Mahmoud.moussa@enit.rnu.tn ** Eco-Ressources International, Avenue Taieb Mhiri, Immeuble Yasmina B2, 2080 Ariana -Tunisie. Tél. : 216.71.704.910 - Fax : 216.71.704.682 - E-mail : Eco.Ressources@planet.tn*

Résumé :

La lagune de Ghar El Melh, située au Nord de la Tunisie (dans le Golfe de Tunis), est caractérisée par une superficie de 28.5 km² et une profondeur moyenne de 1 m. La seule communication lagune-mer (nommée "El Boughaz"), de 85 m de largeur, est située à l'Est. Actuellement, notamment sous l'effet des actions anthropiques (les rejets terrestres pollués), elle connaît une dégradation progressive de la qualité de ses eaux et sédiments dont les conséquences sont l'eutrophisation du milieu, la chute de la richesse biologique et la réduction des ressources halieutiques de la lagune. Dans ce travail, nous présentons les résultats de l'analyse détaillée des caractéristiques des sédiments ainsi que des différentes caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux de la lagune. Ces analyses montrent bien l'hyper-eutrophisation de ce milieu caractérisée par des fortes concentrations des eaux en azote total et en phosphore total. Les résultats de la simulation du fonctionnement hydrodynamique, que nous avons réalisée par un modèle à 2 dimensions intégré sur la hauteur, montrent en particulier une stagnation des eaux dans environ 80% de surface de la lagune qui a fortement amplifié la dégradation de la qualité de l'écosystème. Parmi plusieurs scénarios d'aménagements simulés, nous proposons la création d'une nouvelle communication avec la mer au sud-est de la lagune. La simulation du fonctionnement hydrodynamique de cette variante montre une nette augmentation des échanges avec la mer et une amélioration considérable de la circulation à l'intérieur de la lagune. Nous présentons ensuite un modèle écologique homogène de la lagune de Ghar El Melh, qui a été mis au point et calibré, du moins qualitativement, en s'appuyant sur les mesures de terrain. Les simulations, avec ce modèle, montrent que l'arrêt total des rejets terrestres et la création d'une nouvelle communication lagune-mer réduisent considérablement l'eutrophisation du milieu. Ces aménagements conduiraient certainement à une nette amélioration de la production de la pêche dans la lagune.

Anthropisation des écosystèmes lagunaires méditerranéens : impact de la contamination chimique sur le fonctionnement et la diversité des premiers maillons trophiques pélagiques

Céline LAFABRIE ^{1,2*}, Olivier PRINGAULT ^{1,2}, Asma SAKKA HLAILI ²,
Christophe LÉBOULANGER ¹, Rutger DE WIT ¹

¹ UMR 5119 ECOSYM, Université Montpellier 2, 34095 Montpellier, France

² Département des Sciences de la Vie, Faculté des Sciences de Bizerte, 7021 Zarzouna,
Tunisie

* celine.lafabrie@ird.fr

Résumé :

Les communautés phytoplanctoniques jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des systèmes lagunaires (e.g. production primaire, production d'oxygène, transfert de matière). Or les importants changements environnementaux locaux et globaux actuels, résultant notamment d'une anthropisation croissante, sont susceptibles d'altérer la structure et les fonctions de ces organismes à la base des réseaux trophiques. La contamination chimique du milieu (e.g. métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques, polychlorobiphényles) semble, en particulier, constituer un important facteur de perturbation du fonctionnement de ces communautés pélagiques. L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact des contaminants chimiques sur les communautés naturelles de phytoplancton de la lagune de Bizerte (Tunisie). Elle vise plus particulièrement à étudier les effets d'une remise en suspension de sédiments contaminés sur la diversité et le fonctionnement de ces communautés, et à évaluer la pression de sélection exercée par les contaminants sur ces communautés. Les premiers résultats obtenus mettent en évidence que les apports en éléments nutritifs semblent contrebalancer les potentiels effets toxiques des contaminants, remis en suspension, sur les communautés phytoplanctoniques. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la Jeune Equipe Associée à l'IRD « ECOBIZ » (écologie des lagunes côtières sud méditerranéennes), regroupant l'UMR ECOSYM, la Faculté des Sciences de Bizerte, l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer et l'Institut National Agronomique de Tunisie, qui étudie l'impact de l'anthropisation sur le fonctionnement et la diversité des premiers maillons trophiques au sein de la lagune de Bizerte. Ces actions sont menées dans la perspective de comparaisons Nord/Sud d'écosystèmes lagunaires du bassin méditerranéen. Elles se basent sur une collaboration franco-tunisienne forte s'inscrivant dans la durée et constituent un lien privilégié des chercheurs tunisiens avec le réseau français REEET (Réseau d'Etude des Ecosystèmes des Eaux de Transition), réseau créé en 2006 et fédérant plusieurs groupes travaillant sur les lagunes méditerranéennes et atlantiques. Le 4^{ème} congrès sur les lagunes européennes, qui s'est déroulé en décembre 2009 à Montpellier et auquel de nombreux partenaires du sud et de l'est de la Méditerranée ont participé, a été à l'origine d'une importante contribution du réseau français à la création de la fédération EuroMedLag. Des numéros spéciaux vont prochainement paraître dans les revues *Hydrobiologia*, *Estuarine Coastal and Shelf Science* et *Transitional Waters Bulletin* suite à cet évènement. Avec environ 10% de participants originaires du Maghreb, ce congrès a permis d'initier une réelle collaboration euro-méditerranéenne dans le domaine de l'étude des écosystèmes lagunaires.

The Mellah lagoon (Eastern-Algeria): Environment, exploitation and socio-economic context

Raouf ZAIDI, M. Hichem KARA
Marine Bioresources Laboratory
University of Annaba (Algeria).

Abstract

Unique in Algeria, “Mellah” lagoon (8° 20’ E and 36° 54’ N) occupy a surface of about 865 ha. Deep of 3.5 m average, it communicates with the sea through a channel of 900 m long and 15 m large. It receives fresh waters from three wadis in his south part. The pond overturning of the lagoon extends over a surface of 82.5 km² whose stretch of water represents the tenth of the total surface.

We assay to present here a synthesis of recent knowledge on the Mellah lagoon. At first, we describe the topography (bathymetry and sedimentology), the hydrology (in particular, the exchange of water between the sea and the lagoon) and the physico-chemical variations in water characteristics (temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, nutrients). The ichthyofauna and the benthic macrofauna diversity and exploitation will also be presented.

The halieutic activity in Mellah lagoon is traditional and it uses different means of fishing (bordigue and different types of nets). The ichthyofauna populating “Mellah” is composed of sedentary fish, able to realise all their vital cycle in the lagoon, and migrating fish that can not complete this cycle in this area. From 1987 to 2003, the statistic series indicates an annual halieutic production of 40.3 ± 28.2 tonnes, i.e. a yield of 46.5 kg per hectare and per year. Commercial catches shows that the species *Liza aurata*, *Chelon labrosus*, *Mugil cephalus*, *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax* are now the most abundant. Aquaculture in Mellah lagoon was based on collection of the mollusc *Venerupes decussates* till 1997. The culture of the mussel *Mytilus galloprovincialis* is abandoned since 1990.

Existing activities in the watershed are reviewed. Biological, social and cultural values of the lagoon are given. The threats to the environment and ways to mitigate them are reviewed.

Estimation des Apports des Rivières en Nutriments (Azote & Phosphore) dans la Lagune de Bizerte

BEJAOUII, Ali HARZALLAHI, Nour El Houda CHAABANE2

*1Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. bejaoui.bechir@instm.rnrt.tn &
bejaoui.bechir@ymail.com*

2Laboratoire d'Ecologie Marine et d'Océanographie à la Faculté des Sciences de Bizerte.

Résumé :

La présente étude porte sur l'évaluation quantitative des apports des cours d'eau du bassin versant de la lagune de Bizerte en nutriments. Une base de données interactive basée sur les travaux précédents (1990-2010) a été construite (Harzallah, 2002 ; Harzallah, 2003 ; Ouakad, 2007 ; Bejaoui, 2008). Afin d'exploiter cette base de données un programme écrit en Fortran comportant des procédures d'interpolation pour le comblement des valeurs manquantes a été développé (Béjaoui, 2009). Les résultats ont montré que les apports massiques les plus notables sont ceux de l'oued Tinja, considéré comme le principal cours d'eau alimentant la lagune. Les apports massiques en azote et en phosphore de ce cours d'eau sont de l'ordre de 4.7 10³ kgN/an et de 1.2 10³ kgP/an. Ces apports relativement élevés sont dus à l'activité agricole intensive au sein de son bassin versant (Ben Garali et al, 2009). Les oueds Merazig, Guenniche et Soula, ayant des bassins versants assez importants, constituent des sources importantes en éléments nutritifs avec des apports massiques qui peuvent atteindre 4.6 10³ kgN/an pour l'oued Soula et 1.6 10³ kgP/an pour l'oued Merazig. Ce dernier reçoit les eaux usées déversées à l'état brut par les établissements urbains et les eaux usées traitées de la station d'épuration de Bizerte située à Sidi Hmed. L'oued Guenniche est assujéti, outre aux activités agronomiques intenses et aux rejets d'élevage, aux rejets des eaux usées des agglomérations urbaines avoisinantes (El Alia, El Khetmine et Maghrawa) qui sont dans la majorité des cas non raccordées au réseau d'assainissement (DGEQV, 2003). Les apports en azote provenant de l'usine El Fouledh, des stations d'épuration (STEPS) de Bizerte et Menzel Bourguiba, des oueds Guenine, Khima et Damous sont d'une importance moindre avec des apports qui varient de 90 kgN/an (rejet El Fouledh) à 1600 kgN /an (apport de l'oued Damous). De même, les apports en phosphore pour ces mêmes affluents sont faibles avec des quantités variant entre 1 kgP/an (rejet El Fouledh) et 300 kgP /an (STEP de Bizerte). Les apports massiques relativement faibles des stations d'épuration de Bizerte et Menzel Bourguiba ainsi que des rejets de l'usine El Fouledh peuvent être expliqués par des apports d'eau assez faibles (518 m³/j pour El Fouledh, 11232 m³/j pour STEP Bizerte) (ANPE, 1994; ANPE, 1990). Par ailleurs, les unités industrielles ne constituent pas des sources importantes en nutriments pour la lagune. Cette étude peut être considérée comme un premier pas vers l'estimation du budget en azote et en phosphore dans la lagune de Bizerte.

Problématique de l'eau et gestion hydrique d'une zone humide Le cas de l'Ichkeul

*Marie-José Elloumi & Nabiha Ben M'Barek
Unité des Ecosystèmes Naturels-ANPE*

Résumé :

L'originalité du système laguno-lacustre Ichkeul-Bizerte, situé à l'extrême Nord-Est de la Tunisie, est reconnue depuis très longtemps, comme en témoignent les écrits d'Al Idrissi au XII^{ème} siècle. Ces deux lacs très différents, dont l'un est en contact direct avec la Mer Méditerranée, sont reliés entre eux par un canal naturel sinueux long de 5 km qui est caractérisé par un renversement saisonnier de son sens d'écoulement, lui-même commandé par le régime hydrologique particulier du lac Ichkeul.

Le lac et les marais de l'Ichkeul sont d'autre part reconnus comme une des quatre principales zones humides du bassin occidental de la Méditerranée dont la valeur biologique exceptionnelle, liée aux particularités hydrologiques, est avérée à l'échelle mondiale par le classement du Parc National de l'Ichkeul sur trois listes internationales. Cependant les aménagements hydrauliques dans le bassin versant, alliés à une décennie (années 90s) marquée par plusieurs longues périodes de sécheresse, ont énormément perturbé le fonctionnement hydrologique de ce système et entraîné des dégradations importantes des milieux et des écosystèmes de l'Ichkeul, donnant un aperçu des risques potentiels liés aux effets du changement climatique. L'Etat tunisien s'est ainsi vu obligé d'engager des mesures pour assurer une gestion hydrique optimale du site afin de le sauvegarder. Parmi celles-ci on peut citer notamment la décision politique de considérer l'Ichkeul comme un consommateur d'eau et de lui réserver en cas de besoin de l'eau à partir des barrages mais aussi la construction d'un ouvrage hydraulique de régulation des échanges d'eau entre les deux lacs, la mise en œuvre d'un programme de suivi scientifique des principaux paramètres indicateurs de l'état des écosystèmes de l'Ichkeul venant compléter ce dispositif.

Depuis 2002, avec l'amélioration des conditions climatiques et la mise en œuvre de ces mesures de gestion, le site a recouvré rapidement la plus grande partie des valeurs biologiques et écologiques qui font sa renommée, démontrant ainsi la très forte résilience de ces écosystèmes.

Néanmoins, cette gestion de l'eau uniquement centrée sur la sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul devrait avoir une influence plus ou moins marquée sur le fonctionnement de l'oued Tinja et par là-même sur l'écologie du lac de Bizerte. Le développement d'études et recherches conjointes sur l'ensemble du système laguno-lacustre Ichkeul-Bizerte, en les inscrivant dans le contexte du changement climatique, pourraient sans doute permettre de répondre à ces questions.

Aperçu sur les menaces pour les ressources hydriques de la lagune du Mellah (El Kala)

Rafik Baba-Ahmed.
Hydrogéologue. Université d'El Tarf

Résumé :

Les eaux saumâtres de la lagune du Mellah proviennent en partie des écoulements de son bassin versant et par les intrusions de l'eau de mer. Cet équilibre hydrologique, fondamental pour l'écosystème, a été rompu par des aménagements effectués sur le chenal qui relie le lac à la mer. Les écoulements superficiels tributaires des précipitations et des sécheresses cycliques sont de plus en plus affectés par l'accroissement des prélèvements d'eau dans le réseau hydrographique pour les besoins d'une urbanisation rampante et des pratiques agricoles inappropriées.

Modélisation de l'Hydrosystème Vaccarès : complémentarité d'une approche hydrodynamique et conceptuelle

Boutron¹, Loubet^{1,2}, Höhener², Chauvelon¹

¹ Fondation Tour du Valat, Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes, Le Sambuc, 13200 Arles, France

² Laboratoire Chimie Provence, Université de Provence, 3 place Victor Hugo 13331 Marseille cedex, France

Résumé :

L'île de Camargue, située entre les deux bras endigués du Rhône et le littoral, constitue une entité géomorphologique. Elle est compartimentée en plusieurs hydrosystèmes (définis comme l'ensemble des infrastructures naturelles et artificielles liés à l'eau et aux milieux aquatiques associés dans un continuum bassin versant – zone humide). Les éléments constitutifs de l'hydrosystème Camarguais sont : les bassins de drainage poldérisés ou non, le Vaccarès avec les étangs centraux, les salins. Notre propos se concentre ici sur l'hydrosystème Vaccarès, qui regroupe les bassins drainés gravitairement vers les étangs et les étangs eux-mêmes. La stratégie de modélisation, mise en place à la fin des années 90, combine une modélisation physique de l'hydrodynamique du complexe lagunaire alimentant une modélisation conceptuelle du fonctionnement hydro-salin de l'hydrosystème.

Un nouveau modèle hydrodynamique bi-dimensionnel a été développé, conduisant à une bonne reproduction de la dynamique des niveaux d'eau, et ce sous plusieurs conditions de forçage hydro-climatiques. Ce modèle hydrodynamique (utilisant la méthode des éléments finis, c'est à dire un maillage avec une résolution spatiale variable) a servi à quantifier l'impact du vent (le principal moteur des échanges d'eau entre les étangs et vers la mer) sur le basculement des plans d'eau, pour un éventail assez large de vitesses et de secteurs. Des lois empiriques ont alors été ajustées, entre la variation du niveau d'eau et la vitesse du vent selon plusieurs secteurs de direction, sur deux points fixes situés en amont d'ouvrage de connexion vers l'extérieur (mer et anciens salins). Ces relations ont ensuite été intégrées au modèle conceptuel implémenté en parallèle.

L'utilisation du modèle conceptuel (Hydro-Cam) s'est portée sur des simulations, au pas de temps journalier et sur plusieurs années, des flux hydro-salins entre les bassins versants non poldérisés, le complexe lagunaire du Vaccarès et la mer. Son architecture repose sur deux sous-modèles : un modèle pluie-débit qui simule les entrées depuis le principal bassin de drainage (Fumemorte) et un modèle du complexe lagunaire qui simule la dynamique des flux d'eau et de sels entre les étangs, la mer et les anciens salins. Les flux souterrains d'eau et de sels entre les lagunes et l'aquifère sous-jacent sont également pris en compte de manière simplifiée.

Après calage et validation (sur des séries de données de la période 2003-2009), le modèle a été utilisé pour évaluer des trajectoires possibles d'évolution des niveaux d'eau et de la salinité dans le complexe lagunaire selon divers scénarios. Ces scénarios portent sur les contraintes climatiques et marines et sur des mesures possibles de gestion adaptative (ouvrages hydrauliques, réduction des flux hydro-agricoles). Appliqués à des séries observées (2000-2010) et modifiées, ils permettent de tester des réponses de gestion à des événements de crue (1993/1994) ou de sécheresse (2006-2008) en les transposant aux conditions attendues en 2050-2060. Les résultats montrent que, dans l'hypothèse d'une augmentation des températures mensuelles comprise entre 1 et 4.1°C (scénario B2 du GIEC) et d'une élévation du niveau marin de 10cm, un agrandissement des pertuis et une gestion adaptée de cette connexion entre le complexe lagunaire, la mer et les anciens salins s'impose pour garantir une évacuation efficace des eaux en cas d'inondation. Pour les périodes sèches, quels que soient les scénarios étudiés, le système tend inévitablement à se saliniser fortement. L'effet d'une reconnexion judicieusement contrôlée entre le complexe lagunaire et le Rhône sur la dynamique hydro-saline du système, a été testé par simulation. Les résultats montrent que la résilience du système en termes de dynamiques des niveaux d'eau et de salinité des étangs est nettement améliorée. L'outil de simulation, toujours évolutif, peut être utilisé pour l'aide à la décision dans la gestion courante de l'hydrosystème. Il devrait permettre d'aider par l'apport d'éléments objectifs à l'établissement des règles de gestion actuellement en cours d'élaboration au sein des organes de gouvernance de l'eau du territoire.

Crues et tempêtes extrêmes en Languedoc depuis l'an 1000: ce que nous raconte les archives sédimentaires et les archives textuelles.

Dezileau Laurent et Blanchemanche Philippe*

*Géosciences Montpellier, Université Montpellier 2

dezileau@gm.univ-montp2.fr

Résumé :

Il est maintenant clairement établi que notre planète se réchauffe depuis l'époque préindustrielle (Solomon et al., 2007 ; IPCC, 2007). Les effets de ce changement climatique sur les événements météorologiques extrêmes sont difficiles à estimer car le climat est un système fortement rétroactif et donc susceptible de multiples modes d'oscillation propres et forcés. Si plusieurs tempêtes et inondations ont frappé la Méditerranée Occidentale ces dernières années, le lien entre ces événements et le changement climatique n'est pas démontré. L'action de l'homme sur son milieu, le développement de nos sociétés et l'accroissement des richesses susceptibles d'être détruites démultiplient l'impact destructeur des épisodes météorologiques intenses. Toutefois, la question des phénomènes extrêmes reste entière : sont-ils liés au réchauffement planétaire ou bien font-ils partie de la variabilité naturelle du climat ? Pour répondre à cette question, il est essentiel de placer de tels événements dans un contexte temporel plus large, et de retracer l'histoire des variations climatiques sur plusieurs siècles voir plusieurs millénaires, car ces épisodes extrêmes sont par essence rares et donc difficiles à observer à l'échelle d'une vie humaine.

Le Languedoc-Roussillon dans le Sud de la France est particulièrement exposé à l'aléas climatique : crues "cévenoles" violentes et risques d'érosion/submersion du littoral en période de tempête. Ces risques sont lourds d'enjeux de société. En prélevant des sédiments par carottage dans les deltas ou les étangs littoraux, on dispose d'une "archive sédimentaire" où se sont inscrites les crues et les tempêtes dont on va pouvoir étudier la récurrence. On aimerait en effet savoir si les crues cévenoles et les tempêtes récentes s'inscrivent dans l'évolution perceptible du climat actuel... Nos premiers résultats montrent que la fréquence des phénomènes extrêmes augmente très clairement en période froide : entre le 18ème et le 20ème siècle, le « *Petit âge Glaciaire* », caractérisée par un climat plus froid en Europe et Méditerranée... Nous cherchons à savoir ce qu'il est possible de déduire de ce résultat pour notre futur climat.

Evènements extrêmes (crues, tempêtes et tsunamis) et évolution d'un complexe lagunaire méditerranéen au cours du dernier millénaire: cas de la lagune de Nador (Maroc Nord Oriental)

Raji O., Dezileau L., Snoussi M. Et Niazi S.

Résumé :

Notre planète est confrontée à des événements extrêmes de plus en plus dévastateurs, il s'agit de catastrophes naturelles à occurrence rapide d'origine hydrométéorologique (tempêtes, crues) ou tellurique (tsunamis). Ces événements voient souvent leurs effets exacerbés par des développements urbains imprudents, le surpeuplement des zones littorales, d'où la nécessité de conduire des études transdisciplinaires et systémiques.

L'analyse multi-proxies de dépôts sédimentaires provenant de la lagune permet d'identifier les paléo-événements et d'estimer ainsi leur fréquence et leur intensité (Dezileau et al., 2005 ; 2011) sur une échelle de temps plus importante que celle des documents historiques.

La lagune de Nador au Maroc est la plus grande en méditerranée occidentale et elle constitue un site d'intérêt biologique et écologique international (SIBE). Elle s'étale sur une superficie de 115 Km² sur la bordure d'une plaine subsidente ; elle connaît actuellement un énorme développement économique dont le renforcement par des nouveaux projets futurs est attendu (projet MarchicaMed). Sur le cordon littoral, plusieurs cônes de tempêtes ont été observés, c'est pour cela que nous avons décidé de concentrer notre recherche sur cette lagune afin de pouvoir reconstituer les paléo-tempêtes ou paléo-tsunamis. L'analyse préliminaire effectuée sur plusieurs carottes permet (i) de montrer que durant son histoire, la lagune de Nador a été frappée par plusieurs forte événements (ii) Les datations radiocarbone montrent que les événements extrêmes identifiés débutent autour du 17^{ème} siècle. Ces événements semblent être concentrés vers la fin du « Petit Age Glaciaire ». Sachant que durant cette période, aucune évidence historique de tsunamis n'a été montrée à partir de l'étude des archives textuelles (Catalogue Transfer), les événements de submersion identifiés seraient donc d'origine climatique. L'augmentation de ces tempêtes extrêmes au cours de cette période avait aussi été observée sur le littoral méditerranéen Français (Dezileau et al. 2011). D'autre part, Raible et al. 2007 constatent aussi une augmentation de fréquence et d'intensité de ces événements pendant cette période à partir d'un modèle climatique GCM.

La vulnérabilité des lagunes maghrébines face aux changements climatiques: *Méthode d'approche.*

Saida NIAZI

*Université Mohammed V- Agdal Faculté des Sciences, -Rabat (Maroc)
Equipe de recherche « Environnements côtiers et changement climatique ».*

Résumé

Au cours du 21^e siècle, le réchauffement climatique et l'élévation du niveau de la mer sont prévus d'avoir un large éventail d'effets sur les environnements côtiers. Les écosystèmes lagunaires seront les premiers à réagir aux conséquences de l'évolution des tendances climatiques ; les faibles altitudes de ces espaces les sensibilisent davantage face aux moindres variations du niveau marin. A l'état actuel des connaissances, la grande variabilité des résultats produits par les modélisations semi-empiriques limitent les possibilités de prédire de manière déterministe l'évolution future de ces écosystèmes côtiers. Les modélisations mathématiques au sens large ne sont pas en mesure à l'heure actuelle de prendre en compte l'ensemble des processus morphodynamiques interagissant dans la zone côtière à ces échelles de temps. Aussi, elles ne peuvent répondre actuellement à la question de l'impact de l'élévation du niveau marin sur ces environnements côtiers. Des approches basées sur l'étude des facteurs physiques, sociaux et économiques de vulnérabilité donnent cependant des résultats prometteurs. Basées sur le calcul de l'indice côtier de vulnérabilité (CVI), elles permettent de cartographier la vulnérabilité relative des environnements côtiers au changement climatique et à l'élévation du niveau de la mer. Dans cette étude, 5 lagunes maghrébines ont été choisies pour l'estimation de la vulnérabilité physique et socioéconomique aux risques côtiers : Moulay Bousselham et Marchica (Maroc), El Melah (Algérie), Bizerte et Ghar el Melh (Tunisie). L'indice de vulnérabilité des zones côtières est l'une des méthodes les plus couramment utilisés et simples pour évaluer la sensibilité des côtes à l'élévation du niveau de la mer, notamment en raison de l'érosion et / ou d'inondation (Gornitz et al., 1991). Le CVI fournit une base numérique simple pour les segments côtiers en fonction de leur potentiel de changement qui peut être utilisé par les gestionnaires pour identifier les régions où les risques peuvent être relativement élevés. Nous définissons la vulnérabilité au moyen de deux indices utilisés par Gornitz et White (1991; 1994) et (Abuodha, 2009).

Le type de roches, la géomorphologie, la pente de la côte, le type de barrière, l'évolution du trait de côte, l'exposition du littoral à la houle dominante, l'élévation relative du niveau de la mer, l'amplitude moyenne de la houle et celle de la marée sont les variables retenues pour évaluer la vulnérabilité physique des lagunes à une hausse du niveau marin. Il est clair aujourd'hui que les écosystèmes lagunaires ont des multiples fonctions et apportent des bénéfices économiques aux riverains dont ils sont fortement tributaires. Outre les caractéristiques physiques, des indicateurs socioéconomiques spécifiques à chaque site sont sélectionnés pour l'évaluation de la vulnérabilité socioéconomique (McLaughlin et al., 2002 ; McLaughlin et al., 2010). L'Outils SIG soutient pleinement l'application spatiale des indices du CVI et la représentation graphique des données relatives aux variables des risques côtiers. Les cartes obtenues constituent un outil d'aide à la décision dans le cadre d'une gestion intégrée des zones côtières.

Dhouha ALIMI¹, Béchir BEJAOU² & Najoua TRIGUI EL MENIF¹

¹Laboratoire de Biosurveillance de l'Environnement, Unité de Malacologie Appliquée et
Fondamentale-Faculté des Sciences de Bizerte, Tunisie.

²Institut National des Sciences et Technologies de la Mer.

dhouha.alimi6@gmail.com; elmunif2004@yahoo.fr

Résumé

Les lagunes de Bizerte et de Ghar El Melh sont deux lagunes côtières semi fermées situées au Nord de la Tunisie. Elles constituent une richesse importante du point de vue socio-économique et biodiversité. Cependant, ces deux écosystèmes sont influencés essentiellement par des activités agricoles et urbaines (lagune de Ghar et melh) et à ceci, s'ajoute la pollution industrielle pour l'écosystème de Bizerte.

La présente étude porte sur l'estimation des budgets bio-géo-chimiques des deux lagunes susmentionnées. Un modèle en boîte, type LOICZ (Land Ocean Interaction Coastal Zone), a été appliqué sur les lagunes étudiées afin d'estimer les budgets annuels 2003/2004 des éléments conservatifs (Eau et Sel) et non-conservatifs (Azote Inorganique Dissous: DIN et Phosphore Inorganique Dissous: DIP) et de qualifier le fonctionnement éco-systémique lié au métabolisme (Production/Respiration, Fixation de l'azote/Dénitrification). Les budgets biogéochimiques annuels des deux lagunes ont été estimés en supposant un état stationnaire (*Steady state*).

Les résultats indiquent que les deux écosystèmes agissent comme source de nutriments à la fois pour DIN et DIP. Ainsi, les deux systèmes peuvent être considérés hétérotrophes (Production-Respiration < 0). Le métabolisme de l'azote semble être dominé par le processus de la fixation de l'azote par rapport à la dénitrification (N-Fixation - Dénitrification > 0) pour la lagune de Bizerte alors que le processus de dénitrification est dominant pour le cas de la lagune de Ghar El Melah. Ce constat nous permet de déduire la présence d'un problème d'oxygénation au niveau de la lagune de Ghar El Melh.

La méthodologie de LOICZ semble être un outil efficace dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières.

Mots clés : LOICZ, Boite, Lagunes de Bizerte et de Ghar El Melh, Budgets, bio-géo-chimie, Azote, Phosphore.