

Etude des Macroinvertébrés (Gastéropodes, Diptères et Odonates) des marais de Smir-Restinga (Nord-Ouest du Maroc)

El Joubari Mariam^{(1)*}, Hajji Kamilia⁽¹⁾, Himmi Oumnia⁽²⁾, El Alami Majida⁽¹⁾, El Agbani Mohammed Aziz⁽²⁾ & Louah Anass⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'Ecologie, Biodiversité et Environnement, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Esaadi, Avenue de Sebta, Mhanech II 93002.B.P. 212, Tétouan, Maroc. kamiliahajji@yahoo.fr, majidae@hotmail.com, anasslouah@gmail.com

⁽²⁾ Equipe de Recherches pour la Gestion des Zones Humides, Département de Zoologie & Ecologie Animale, Institut scientifique, Université Med V, Av. Ibn Battota, B.P. 703, Rabat-Agdal 10106, Maroc. himmioumnia@yahoo.fr, elagbani@hotmail.com

* E-mail: eljoubari_mariam@yahoo.fr, eljoubari@gmail.com

Reçu le 07 octobre 2013 et accepté le 21 mai 2014.

La présente étude traite la biologie et l'écologie des Macroinvertébrés aquatiques (Odonates, Gastéropodes et Diptères) des marais de Smir-Restinga. Elle a mis en évidence une richesse taxonomique qualitative et quantitative importante de ces derniers.

Des échantillonnages saisonniers au niveau de huit stations étalées sur l'ensemble du site, ont donné un total de vingt familles de Macroinvertébrés constituées de six familles de Gastéropodes avec sept genres, quatre familles d'Odonates réparties sur six genres et dix familles de Diptères représentant dix sept genres. Plusieurs genres et espèces inventoriés sont nouvellement cités au niveau des marais de Smir et deux espèces sont d'un grand intérêt pour la santé publique. Il s'agit d'*Anopheles labranchiae* (Falleroni 1926) (Diptera: Culicidae) et *Lymnae truncatula* (Müller 1774) (Gastéropodes: Lymnaeidae).

Cette diversité apparaît étroitement liée au régime hydrique temporaire des stations.

Toutefois, l'impact humain sur l'ensemble des marais rend tout ce patrimoine marocain nord africain et méditerranéen, en voie de disparition. Ce dernier exige ainsi une conservation urgente.

Mots-clés: étude biologique et écologique, Macroinvertébrés, zone humide, marais de Smir-Restinga, intérêt médical, impact humain.

The present study treats the biological and ecological aspects of the Macroinvertebrates watery (Odonates, Gastropods and Dipterous) of the marshes of Smir-Restinga; it highlights the important qualitative and quantitative taxonomic richness of the latter.

Seasonal samplings on the level of eight stations spread out over the whole site, gave a total of twenty families of Macroinvertebrates consisted of six families of Gastropods with seven kinds, four families of Odonates left again on six kinds and ten families of Dipterous representing more than ten seven kinds.

Several genus and species inventoried are newly listed at marsh Smir and two species are of a great interest for the public health: *Anopheles labranchiae* (Falleroni 1926) (Diptera: Culicidae) and *Lymnae truncatula* (Müller 1774) (Gastéropodes: Lymnaeidae).

This diversity appears closely related to the temporary hydrous mode of the stations. However, the human impact on the whole of the marshes makes all this inheritance Moroccan, northern African and Mediterranean in the process of disappearance. The latter requires an urgent conservation thus.

Key-words: biological and ecological study, Macroinvertebrates, wetland, marsh of Smir-Restinga, medical interest, human impact.

1 INTRODUCTION

Le site de Smir-Restinga est un complexe de zones humides parmi les plus remarquables du Nord du Maroc et l'un des plus originaux de la Méditerranée. Ses marais offrent une grande diversité en espèces animales et végétales d'un intérêt considérable pour la diversité marocaine, nord africaine ou méditerranéenne.

Toutefois, l'ensemble de ces marais subit d'année en année une action anthropique croissante, déterminée par le développement démographique et socio-économique de la ville de M'diq, ainsi que par les aménagements touristiques, urbains et routiers.

La présente étude menée sur des groupes de Macroinvertébrés aquatiques du site Restinga-Smir constitue l'une des rares études traitant la biodiversité de ce complexe de zones humides.

Huit stations réparties sur l'ensemble du site et représentant les différents types d'habitats caractérisant les marais de Smir ont été

prospectées.

Trois groupes de Macroinvertébrés aquatiques (les Diptères, les Odonates et les Gastéropodes) ont fait l'objet de cette étude et ont montré une richesse spécifique très importante.

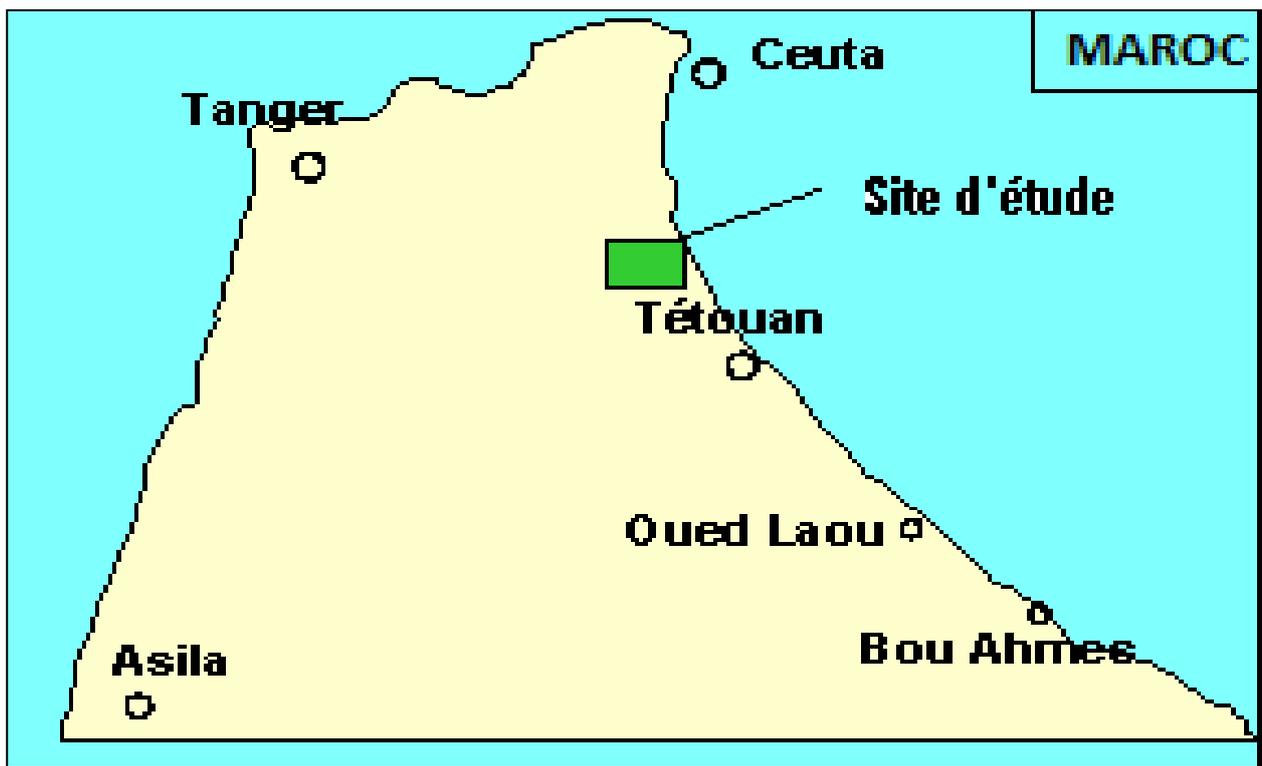
2 MATERIEL ET METHODES

2.1 AIRE D'ETUDE

La région de Smir-Restinga est une basse plaine située sur la façade Est de la péninsule Tingitane, près de la route nationale P28 et à mi-chemin entre les villes de Tétouan et Sebta.

Elle est bordée au Nord par les reliefs de Zem-Zem (435m), au Sud par la ville de M'diq, à l'Est par le littoral méditerranéen et à l'Ouest par les collines paléozoïques (**Figure 1**).

Ses coordonnées géographiques sont 35°43'N et 5°21'W avec une altitude qui ne dépasse pas les 10m.



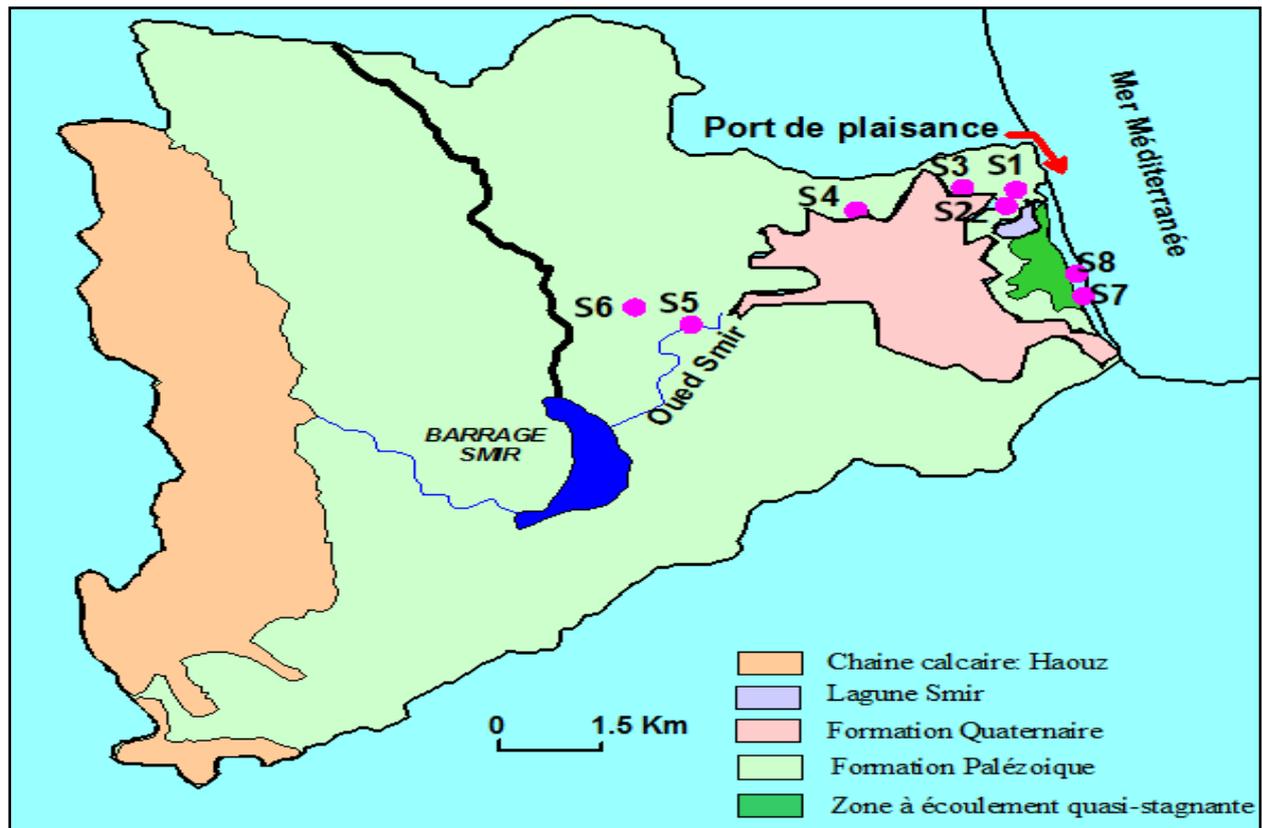


Figure 1: Localisation des stations d'étude (Stitou, 2002)

Le climat est de type méditerranéen caractérisé par un hiver pluvieux et tiède alors que l'été est relativement long, chaud et sec. La moyenne annuelle des précipitations est de 982,2 mm.

L'hydrologie des marais de Smir résulte de plusieurs apports : continentaux, souterrains, marins, eaux usées, pluviaux et de ruissellement.

La région de Smir présente une richesse floristique importante. 81 espèces recensées appartenant essentiellement aux familles: Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae, Polygonaceae Juncaceae et Chenopodiaceae (Bendaanoun, 1991; Ennabili *et al.*, 1996; Hammada, 2007).

Au niveau des stations étudiées, les espèces floristiques abondantes sont: *Salicornia fruticosa* (Linnaeus 1753), *Juncus maritimus* (Linnaeus 1753), *Juncus acutus* (Linnaeus 1753), *Tamarix gallica* (Linnaeus 1753), *Tamarix africana* (Poiret 1789), *Phragmites communis* (Trinius 1820), *Thypha angustifolia* (Linnaeus 1753), *Carex divisa* (Hudson 1762), *Carex flava* (Linnaeus 1753), *Ranunculus aquatilis* (Linnaeus 1753), *Rubus ulmifolius* (Schott 1818) et *Lemnion sp.*

Huit stations représentant les différents types d'habitat et des plans d'eau ont été prospectées lors de notre étude).

Les stations une et deux sont des points d'eau stagnants semi-permanents, situés à proximité de la lagune de Smir. La profondeur moyenne de la première est de 45cm alors qu'elle est de 55cm pour la deuxième qui est plus riche en végétation aquatique.

La station trois est temporaire et située dans un champ d'agriculture. Son eau stagnante provient des précipitations et du barrage de Smir et sa profondeur moyenne est de 63cm.

La station quatre est riche en végétation et son eau permanente et stagnante provient des précipitations et de l'affleurement de la nappe phréatique. C'est la plus grande station des marais de Smir dont la profondeur moyenne dépasse 150cm.

Les stations cinq et six sont des stations temporaires. La première est d'eau courante localisée au niveau de l'oued Smir et où la profondeur moyenne est de 70cm. Alors que la deuxième est d'eau stagnante provenant des précipitations et du barrage de Smir et sa profondeur moyenne est de 45cm.

Les stations sept et huit sont proches géographiquement mais de types différents. La station sept est temporaire alors que la huit est

permanente. Cette dernière est plus profonde et plus riche en végétation. Les deux stations sont alimentées essentiellement par les eaux pluviales et la station sept reçoit partiellement des eaux usées. Leurs profondeurs moyennes sont de 45cm et 90cm respectivement.

2.2 METHODE D'ECHANTILLONNAGE

La méthode d'échantillonnage consiste à balayer le fond de l'eau à l'aide d'un filet troubleau par des mouvements de va et vient sur une distance de 2 m.

Les échantillons sont prélevés à la fréquence d'une fois par saison, d'une part pour permettre le renouvellement de la faune et d'autre part pour boucler le cycle biologique des espèces étudiées.

Dans le but de suivre la variation des composantes physico-chimiques de l'eau, nous avons prélevé 1,5 l de cette dernière par station et par saison (été, automne, hiver et printemps).

Les paramètres physico-chimiques étudiés sont : la température T (°C), la profondeur P (cm), la conductivité électrique C (ms/cm), l'oxygène dissous O (mg/l), la salinité S (‰), le pH et le taux des sels dissous TS (mg/l).

La faune récoltée est ramenée au laboratoire où elle est triée et identifiée.

Les clés de déterminations utilisées sont: Aguessé, 1968; Himmi *et al.*, 1995; Ghamizi, 1998; Tachet *et al.*, 1980; Tachet *et al.*, 2002.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ANALYSE MESOLOGIQUE DES MARAIS DE SMIR-RESTINGA

Type d'analyse

Nous avons utilisé l'Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) qui permet d'obtenir une image représentative et descriptive de l'ensemble des différences, des similitudes et des corrélations entre les groupements faunistiques et les groupements des stations.

Matrice de données

La matrice de données comporte les composantes physico-chimiques en colonnes et les stations étudiées en lignes.

Les valeurs des facteurs physico-chimiques sont représentées en classes (quatre). Ces classes ont été élaborées à partir d'une matrice initiale des valeurs mesurées de chaque paramètre.

Le but de la transformation des valeurs brutes en classes est d'atténuer l'effet de disparité entre les

valeurs très faibles et celles bien élevées des descripteurs physico-chimiques, tout en conservant l'information nécessaire à l'étude.

Le nombre de colonnes est de vingt huit représentant les sept paramètres physico-chimiques étudiés, divisés chacun en quatre classes. Pour les lignes de la matrice (stations), chaque station est représentée par quatre valeurs correspondant aux quatre saisons. Ainsi, pour la station 1 par exemple : S1P, S1E, S1A et S1H représentent les subdivisions saisonnières de la station 1 correspondant au printemps, à l'été, à l'automne et à l'hiver respectivement (**Tableau 1**).

Parmi les huit stations étudiées, quatre sont temporaires et n'ont pas pu être échantillonnées en été en raison de leur assèchement, ce qui ramène le total des lignes à 28.

Interprétation des résultats

Les deux premiers axes expliquent 33,66% de la variabilité totale de l'information traitée avec 19,23% et 14,43% pour F1 et F2 respectivement.

La projection des données traitées selon le plan F1-F2 (**Figure 2**), montre que l'axe F1 présente un gradient de salinité, du total des sels dissous et de conductivité électrique.

Selon cet axe, nous constatons un isolement net des stations des eaux saumâtres et fortement minéralisées (groupement 1) par rapport aux autres stations caractérisées par des eaux faiblement salines et minéralisées (groupement 2).

Le groupement 1 est formé des deux stations une et deux, qui sont les points d'eau les plus proches de la lagune de Smir qui est en contact permanent avec la mer Méditerranée. Ce contact est assuré par une cluse artificielle ouverte en 1990 sous le pont de la route côtière (Dakki *et al.*, 2005).

Le groupement 2 rassemble les stations d'eau douce, situées à l'extrémité droite de l'axe; ce sont les stations où les taux de salinité sont les plus bas. Il s'agit de la station cinq correspond à l'oued de Smir, la station trois dont l'eau provient du barrage de Smir et la station huit dont l'eau provient essentiellement des précipitations.

Ce deuxième groupement comprend également les stations dans lesquelles les eaux présentent des degrés intermédiaires de salinité. Ce sont des stations oligosaumâtres (stations quatre et six) et à salinité moyenne (station sept) qui reçoit un part des eaux usées de la ville de M'diq notamment en été.

L'axe F2 présente un gradient de profondeur. Il reflète relativement les variations de niveau d'eau des différentes stations étudiées. Les stations 7, 3,

5, 6 représentent généralement des niveaux d'eau très proches surtout durant les périodes automne et hiver.

Les stations 4 et 8 s'isolent de ce nuage, notamment en hiver où les niveaux d'eau sont maximaux, il s'agit des plus grandes marais du

complexe Smir dont le niveau d'eau dépasse successivement 2 et 1.5 mètres en hiver.

Les stations 1 et 2 demeurent avoir des profondeurs intermédiaires d'où la projection de leurs points sont généralement vers le centre de l'axe F2.

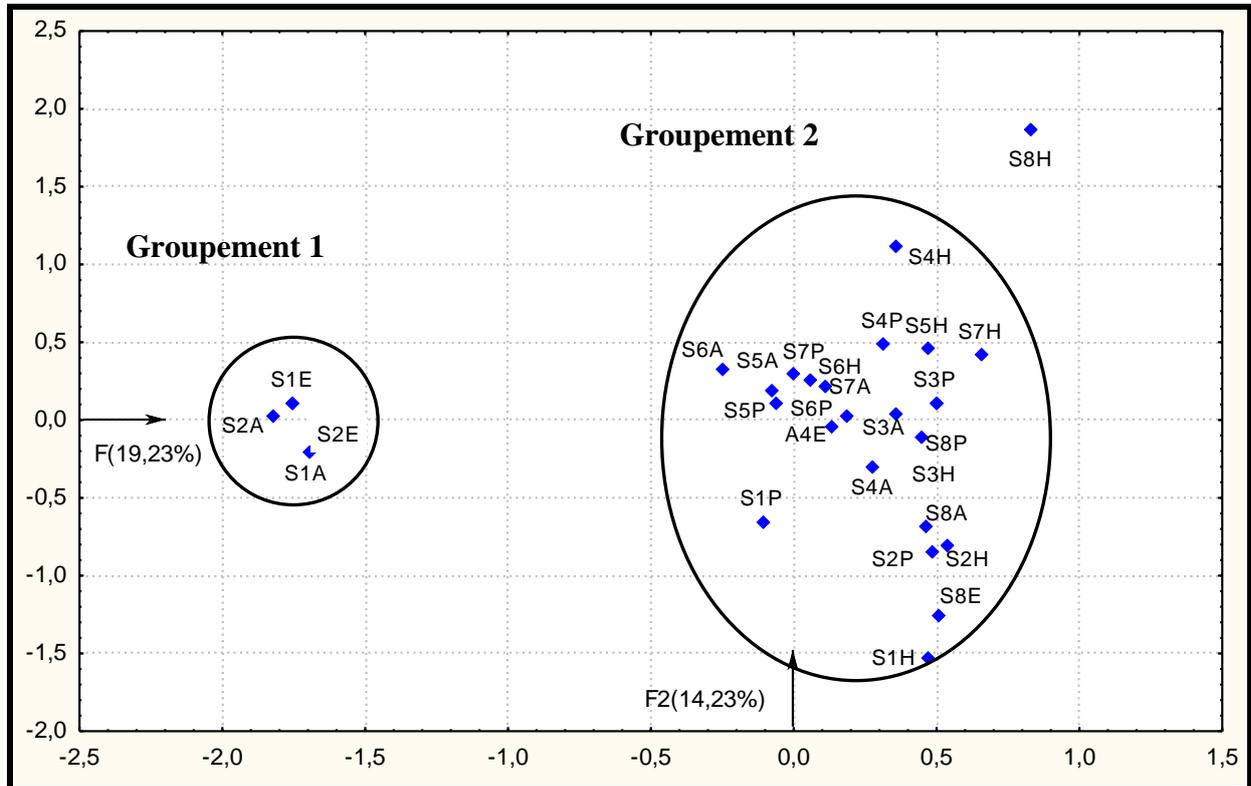


Figure 2: Distribution des stations selon le plan F1-F2 de l'AFC.

	P 1	P 2	P 3	P 4	T 1	T 2	T 3	T 4	S 1	S 2	S 3	S 4	C 1	C 2	C 3	C 4	pH 1	pH 2	pH 3	pH 4	O 1	O 2	O 3	O 4	TS 1	TS 2	TS 3	TS 4
S1P	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S1E	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
S1A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
S1H	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
S2P	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S2E	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
S2A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
S2H	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
S3P	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S3A	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S3H	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S4P	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S4E	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S4A	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
S4H	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S5P	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
S5A	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S5H	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
S6P	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S6A	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S6H	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
S7P	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
S7A	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
S7H	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
S8P	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S8E	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
S8A	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
S8H	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

Tableau 1: Matrice mésologique des marais de Smir-Restinga.

S1P, S1E, S1A et S1H: Subdivisions saisonnières de la station 1 correspondant respectivement au printemps, été, automne et hiver.

P: Profondeur, T: Température, S: Salinité, C: Conductivité électrique, O: Oxygène dissous, TS: Taux de sels dissous.

3.2 INVENTAIRE FAUNISTIQUE DES MARAIS DE SMIR-RESTINGA

Gastéropodes: six familles de Gastéropodes ont été identifiées: Planorbidae, Lymnaeidae, Physidae, Succineidae, Hydrobiidae et Melanopsidae. Trois espèces sont nouvelles pour la localité de Smir (*Planorbis planorbis* (Linnaeus 1758), *Hippeutis complanatus* (Linnaeus 1758) et *Succinea sp.*).

Odonates: quatre familles ont été récoltées: Aeschnidae, Lestidae, Libellulidae et Coenagrionidae. La famille des Lestidae est nouvelle dans les marais de Smir. *Crocothemis erythraea* (Brullé 1832), *Coenagrion mercuriale* (Charpentier 1840), *Lestes viridis* (Vander Linden 1825) et *Coenagrion scitulum* (Rambour 1842) sont également des nouvelles espèces.

Diptères: dix familles dont six nouvelles pour les marais de Smir ont été rencontrées: Ephydriidae, Cylindrotomidae, Limoniidae, Tabanidae, Simuliidae, et Stratiomyidae.

Sept espèces de la famille des Culicidae ont été rencontrées: *Culex univittatus* (Theobald 1901), *Culex theileri* (Theobald 1903), *Culex pipiens* (Linnaeus 1758), *Culex impudicus* (Ficalbi 1890),

Anopheles labranchiae (Falleroni 1926), *Ochlerotatus echinus* (Edwards 1920) et *Ochlerotatus detritus* (Haliday 1833). L'espèce *O.echinus* est nouvelle au niveau des marais de Smir-Restinga.

3.3 RICHESSE TAXONOMIQUE (EN GENRE) DES MARAIS DE SMIR-RESTINGA

Sur un ensemble de 3909 individus répartis en 20 familles et 30 genres, la richesse en genres de Macroinvertébrés est très variable d'une station à l'autre (**Tableau 2**).

Les stations des marais de Smir présentent des genres communs. Ces derniers sont présents; avec des abondances différentes; quasiment dans toutes les stations. Il s'agit essentiellement des deux genres *Culex* (Culicidae) et *Physa* (Physidae) connus par leur grande élasticité écologique (Louah, 1995; Ghamizi, 1998; Himmi, 2007). Tandis que d'autres genres ne se développent que dans des stations particulières, comme le cas du genre *Ochlerotatus* inféodé aux eaux saumâtres (station une et deux).

		Stations								
	Taxons	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	Total
Nombre de genres	Diptères	6	8	6	10	5	7	4	7	53
	Odonates	4	4	3	4	2	5	3	0	25
	Gastéropodes	2	3	2	5	4	2	3	6	27
Total des genres		12	15	11	19	11	14	10	13	105
% du total de la richesse en genres		11.4	14.3	10.5	18.1	10.5	13.3	9.5	12.4	100

Tableau 2: Richesse taxonomique (en genres) des Macroinvertébrés des marais de Smir-Restinga.

La comparaison des résultats (**Tableau 2**) permet de distinguer des stations à richesse relativement élevée (stations deux, quatre, six et huit). Ce sont essentiellement des stations d'eau permanente, caractérisées par un niveau d'eau important qui dépasse 150cm en hiver.

En effet, la pérennité des eaux de ces stations favorise l'installation d'une importante biodiversité et permet aux espèces de développer plus d'une génération par an. De plus, ces stations sont de grandes surfaces (notamment la station quatre), riches en végétation (stations deux et huit)

et leurs eaux présentent un taux relativement élevé de minéralisation.

En outre, on trouve des stations à faible richesse en genres de Macroinvertébrés (stations une, trois, cinq et sept). Ces stations s'assèchent en été et leur niveau d'eau est bas, ne dépassant pas les 70 cm en hiver.

La richesse faible de ces stations peut être expliquée par :

Leur régime hydrique temporaire qui ne permet que la survie des espèces capables de tolérer le déficit hydrique et de résister à la sécheresse estivale pouvant être d'une durée assez longue (stations trois, cinq et sept).

La réduction des sources de nourriture qui résulte de la surface limitée des stations (stations trois et cinq).

Le faible taux de minéralisation qui ne favorise pas l'installation de certaines espèces (stations trois et cinq).

La pauvreté de certaines stations en végétation (support et nourriture) surtout au niveau de la station sept.

3.4 ANALYSE BIOTYPOLOGIQUE DES MARAIS DE SMIR-RESTINGA

Méthode d'analyse

Le but de cette étude est de classer les familles des Macroinvertébrés recensées et les milieux en fonction de leurs ressemblances écologiques et d'apprécier les affinités des taxons et des habitats. L'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) nous permet de représenter les positions de ces familles selon les paramètres dirigeant leur répartition dans la zone d'étude.

La matrice de données élaborée comporte les stations en lignes et les familles en colonnes. Comme pour la matrice mésologique, le nombre de ligne est de 28 et les abondances des familles sont présentées en classes (quatre) (**Tableau 3**).

L'utilisation des classes a pour objectif également est de réduire l'effet de la disparité entre les abondances très élevées et celles très faibles des familles étudiées.

Interprétation des résultats

Le plan F1-F2 donne une bonne projection des données où les axes F1 et F2 présentent respectivement 15,11% et 14,23% de l'inertie totale soit 29,34% de la variabilité totale de l'information traitée (**Figure 3**).

L'étude des corrélations entre les axes et les différents paramètres mésologiques étudiés nous

permet de distinguer les facteurs qui sont à la base de la distribution des peuplements faunistiques : il s'agit de la salinité, l'oxygène dissous et la température.

Selon F1, le nuage de points projetés est réparti selon un gradient de salinité et d'oxygène dissous. Ainsi, de l'extrémité gauche de la figure 3 vers son extrémité droite, on note la répartition en premier lieu des Gastéropodes dont les exigences en oxygène dissous sont relativement élevées, alors qu'ils ne tolèrent pas de grandes teneurs en sels.

Ces Mollusques peuplent généralement les milieux d'eau douce et oligosaumâtres (Marazanof, 1966). Saoud (1995), mentionne que *Lymnaea truncatula* (Müller 1774) (famille des Lymnaeidae), ne tolère que des eaux dont le taux de salinité ne dépasse pas 0,08 ‰, que *Melanopsis praemorsa* (Linnaeus 1758) vit dans des eaux calmes où la minéralisation est faible, et de même pour les Planorbidae qui ne peuplent que les milieux d'eau douce et peu profonds (Ghamizi, 1998).

Les Simuliidae regroupent les espèces les plus exigeantes en oxygène dissous, puisque ces espèces vivent généralement au niveau des plans d'eau douce à courants vifs où les teneurs en oxygène sont élevées (Matile 1989).

Les Diptères et les Odonates prennent leur position vers le côté gauche de la **Figure 3**. En effet, leurs exigences en oxygène sont moindres que celles des Gastéropodes. Ils peuvent tolérer des degrés élevés de salinité.

La plupart des Diptères envahissent tous les types de milieux, certains parmi eux peuvent peupler même les salines.

Les Chironomidae peuvent tolérer des concentrations importantes de salinité arrivant à 10 g/l (Walker *et al.*, 1995).

Les Ceratopogonidae qui apparaissent à l'extrémité du côté droit de l'axe F1 tolèrent des degrés élevés de salinité (Szadziwski *et al.*, 1997).

De même pour les Stratiomyidae qui peuvent peupler les milieux salés (Matile, 1989).

Les Culicidae peuvent également supporter un taux important de salinité (Gaud, 1953; Trari, 1991; El kaïm, 1972; Louah, 1995; Himmi, 2007). *Culex pipiens* peut vivre dans des eaux dont la salinité arrive à 15,3‰ (Vigo, 1974). Louah (1995) signale que l'abondance maximale de *C. pipiens* est d'autant plus importante que la salinité augmente et qu'une concentration de 10‰ est optimale pour cette espèce. *Ochlerotatus detritus*

est fidèle aux eaux saumâtres et peut tolérer des concentrations fortes de salinité allant à 70 g/l (El kaïm, 1972). De même, *Anopheles labranchiae* présente une abondance maximale lorsque le taux de minéralisation est assez élevé et peut se développer dans des eaux légèrement salées (Louah, 1995).

Les Odonates tolèrent aussi des valeurs de salinité assez importantes. Les Coenagrionidae (genre *Coenagrion*) et les Libellulidae (genre *Sympetrum*) tolèrent des degrés plus au moins élevés de salinité et peuvent présenter des abondances relativement importantes dans les milieux où la salinité est élevée et l'oxygène dissous est faible (c'est le cas des stations 1 et 2 de notre étude).

Les Lestidae tolèrent également un degré important de salinité. Nielsen (1954) mentionne que certaines populations peuvent se développer dans des milieux qui sont en contact direct avec la mer.

L'axe F2 présente un gradient de température.

La projection des Macroinvertébrés étudiés selon ce gradient fait échapper les deux groupes Simuliidae et Cylindrotomidae du côté et de l'autre du plan F1-F2.

En effet, les Cylindromiidae préfèrent les stations où la température de l'eau est relativement élevée. Salmela (2010) trouve une corrélation positive entre l'abondance des Cylindrotomidae et l'augmentation de la température du milieu. Cependant, les Simuliidae trouvent leur position au côté opposé du plan F1-F2. La majorité de ces Macroinvertébrés sont connus par leur préférence aux eaux courantes fraîches (Belqat *et al.*, 2001, 2008). Ils peuplent la station 5 des marais de Smir (oued Smir) où la température est minimale notamment en hiver (13°C).

A l'exception de ces deux Familles, les autres groupes se dispersent selon leurs préférences thermiques plus au moins proches du centre du plan F1-F2. Plusieurs groupes de *Gastéropodes* (notamment les Hydrobiidae, les Melanopsidae et les Physidae) préfèrent généralement, comme la majorité des autres Mollusques dulcicoles, un optimum thermique qui se situe entre 15°C et 24°C (Ghamizi, 1998), donc ces espèces exigent des valeurs de température moyennement faibles pour leur développement.

La plupart des Odonates et les Diptères présentent des optima thermiques relativement élevés, notamment chez certains Diptères tel que :

✓ Les sous familles des Chironominae et Tanypodinae dont certaines espèces sont thermophiles (Matile, 1989).

✓ Les Culicidae dont l'éclosion des œufs nécessite des degrés relativement élevés de température. Himmi (2007) signale que les basses températures retardent la croissance et les périodes inter mues et rallongent ainsi le cycle de développement de ces espèces.

✓ Les Tabanidae qui vivent dans les eaux à température moyennement élevées (Matile, 1989). Pour les Odonates, leurs préférences thermiques sont relativement élevées. Le développement de ces espèces est étroitement lié à la température qui agit directement sur la croissance larvaire. En effet, il y a une série de seuils successifs de température au dessous desquels les mues ne peuvent pas avoir lieu (Aguesse, 1968).

Lors des températures basses, certaines espèces entrent en état de vie ralentie jusqu'à que la température augmente de nouveau.

Tableau 3: Matrice des peuplements faunistiques des marais de Smir-Restinga

Coen: *Coenagriidae*, Lest: *Lestidae*, Libe: *Libellulidae*, Aesh: *Aeschnidae*, Phys: *Physidae*, Lymn: *Lymnaeidae*, Plan: *Planobridae*, Suci: *Succineidae*, Hydr: *Hydrobiidae*, Mela: *Melanopsidae*, Chir: *Chironomidae*, Dixi: *Dixidae*, Culi: *Culicidae*, Cera: *Ceratopogonidae*, Limo: *Limoniidae*, Stra: *Stratiomyiidae*, Cyli: *Cylindrotomidae*, Simu: *Simuliidae*, Taba: *Tabanidae*, Ephy: *Ephydriidae*.

	Coen	Lest	Aesh	Libe	Phys	Lymn	Plan	Suci	Mela	Hydr	Culi	Dixi	Chir	Cera	Simu	Taba	Limo	Stra	Ephy	Cyli
S1P	0	4	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
S1E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
S1A	0	0	1	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S1H	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0
S2P	4	0	1	4	3	1	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
S2E	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0
S2A	0	0	2	1	4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
S2H	1	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	1	0	0	0
S3P	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
S3A	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	0
S3H	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
S4P	0	0	1	0	4	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
S4E	0	0	0	1	4	0	1	0	0	0	4	0	1	0	0	2	0	0	0	0

S4A	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0
S4H	4	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5P	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5A	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S5H	1	0	1	0	1	4	1	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0
S6P	0	2	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6A	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0
S6H	3	0	0	3	2	1	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0
S7P	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
S7A	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S7H	0	0	0	0	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S8P	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	3	0	3	1	0	0	0	1	0	0
S8E	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	1
S8A	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S8H	0	0	0	0	4	4	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

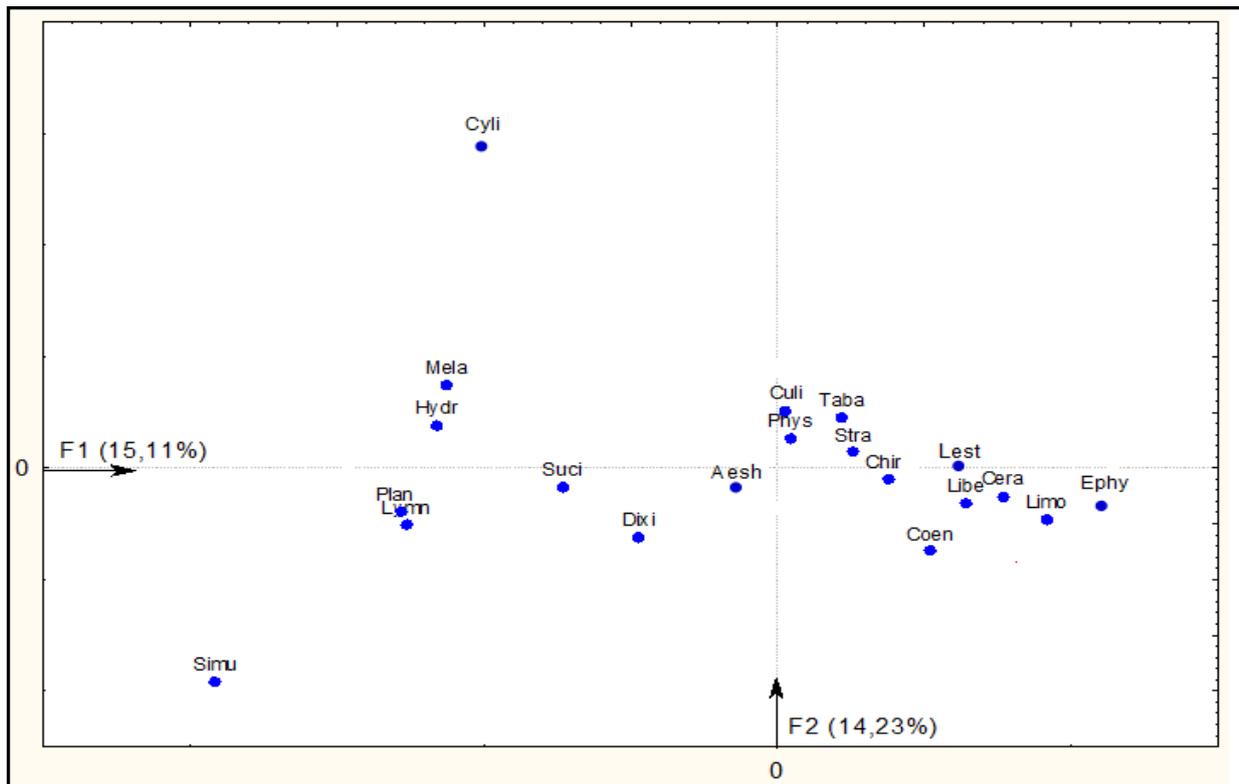


Figure 3: Distribution des groupements faunistiques selon le plan F1-F2 de l'AFC.

3.5 ESPECES D'INTERET MEDICAL AU NIVEAU DU COMPLEXE DE SMIR-RESTINGA

Anopheles labranchiae (Falleroni 1926)

Ce Diptère de la famille des Culicidae peuple la totalité des bandes côtières méditerranéennes et atlantiques (Guy, 1959).

Cette espèce représente en Afrique du Nord le vecteur principal du paludisme qui constitue l'une des trois premières causes de mortalité par maladies infectieuses dans le monde.

C'est le seul représentant du complexe « Maculipennis » au Maroc.

Selon Louah (1995), *A. labranchiae* pullule dans les gîtes caractérisés par des eaux oligosaumâtres et riches en végétation aquatique.

Dans notre étude, les stations où cette espèce a été trouvée (stations deux, quatre et six) représentent des eaux claires, la même température moyenne (20°C) mais possèdent des caractéristiques physiques qui diffèrent d'une station à l'autre.

Pour le régime hydrique, la station deux est semi-temporaire avec une profondeur moyenne de 55 cm, la station quatre est une mare permanente

dont la profondeur moyenne est de plus de 150 cm, alors que la station six a un régime temporaire où la profondeur moyenne est de 45 cm.

Le substrat des stations est de nature différente; limoneuse, sableuse avec la présence de graviers pour la station deux, uniquement limoneuse au niveau de la station six, tandis qu'au niveau de la station quatre le substrat est formé essentiellement de graviers et de galets.

La végétation des trois stations est très différente, elle est constituée de *Rubus ulmifolius*, *Rumex crispus* (Linnaeus 1753), *Dittrichia viscosa* (Linnaeus 1753), *Tamarix africana*, *Carex extensa* (Gooden 1794) et *Salicornia fruticosa* au niveau de la station deux, de roseaux et *Lemmon minoris* (Tüxen 1955) pour la station 4 et de notamment *Ranunculus aquatilis* au niveau de la station six.

A partir de ces données, *A. labranchiae* peut envahir plusieurs types de milieu au niveau de la région de Smir à conditions que les gîtes soient riches en végétation, leurs eaux soient claires et avec une température moyenne d'environ 20°C. Tahraoui (2012) déclare une température moyenne d'eau de 25°C et El Ouali Lalami *et al.* (2010)

signalent une température plus élevée de l'ordre de 27°C pour les gîtes colonisés par *A.labranchia* dans la région de Fès (Maroc).

***Lymnaea truncatula* (Muller 1774)**

C'est un Mollusque pulmoné appartenant à la famille des Lymnaeidae. Les populations de cette espèce se répartissent uniquement dans les zones d'eau douce où la salinité ne dépasse pas 0,8 ‰ (Saoud, 1995).

Dans la région de Smir, cette espèce a été trouvée au niveau des stations cinq et huit. Ces dernières sont caractérisées par des températures moyennes de 18°C à 19°C, une végétation dense, des profondeurs relativement élevées, et un substrat sablo-limoneux.

Au Maroc *L. truncatula* est l'hôte préférentiel de la douve du foie *Fasciola hepatica* (Linnaeus 1758), agent principal d'une maladie parasitaire: la Fasciolose hépatique ou Bilharziose.

La contamination par ce ver plat qui colonise les voies biliaires est effectuée par ingestion de légumes crus, en particulier ceux cultivés en milieu humide.

Cette maladie est très répandue au Maroc notamment dans les régions où les animaux peuvent pâturer en contact avec des milieux aquatiques; c'est le cas de notre zone d'étude.

4 CONCLUSIONS

L'étude menée sur les Macroinvertébrés aquatiques (Odonates, Gastéropodes et Diptères) des marais de Smir-Restinga, a mis en évidence une richesse taxonomique qualitative et quantitative importante, mais différente d'une station à l'autre puisque les stations étudiées diffèrent également par leurs paramètres mésologiques, la végétation et le type de substrat. Des échantillonnages saisonniers au niveau des marais de Smir ont donné un total de vingt familles de Macroinvertébrés, réparties entre six familles de Gastéropodes avec sept genres, quatre d'Odonates avec six genres et dix familles de Diptères représentant dix sept genres.

Parmi les espèces étudiées, nous avons identifié la présence de deux espèces à intérêt socioéconomique, vectrices de maladies. Il s'agit de *Lymnaea truncatula* et *Anopheles labranchia* responsables respectivement de la Fasciolose et du Paludisme au Maroc.

En plus de cette diversité en faune aquatique, le complexe de Smir représente un site d'importance ornithologique internationale. Il héberge des centaines d'espèces d'Oiseaux migrants,

provenant de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique pour y passer la saison hivernale.

Toutes ces caractéristiques biologiques, écologiques et paysagères rendent ce site d'un grand intérêt. Elles lui ont valu d'être classé dans le cadre de l'Etude National sur les Aires Protégées comme SIBE (Site d'Intérêt Biologique et Ecologique) parmi les vingt neuf sites littoraux retenus.

C'est à cause de l'Homme que tout ce patrimoine marocain, nord africain et méditerranéen est en voie de disparition. Les constructions touristiques, routières et urbaines réduisent jour après jour la surface de cette zone humide.

L'impact humain sur l'ensemble de cette zone a provoqué la dégradation de cette dernière, de sorte qu'il viendra un jour où il ne restera pratiquement aucun écosystème marécageux intact sur le littoral du M'diq (Stitou *et al.*, 1995).

5 REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Monsieur Ghamizi Mohamed, professeur à la Faculté des Sciences Semlaliya pour la détermination des espèces de Gastéropodes, ainsi que Monsieur El Haissoufi Mohamed, membre du Laboratoire d'Ecologie, Biodiversité et Environnement pour son aide dans la détermination des espèces d'Odonates.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguesse P. (1968). *Les Odonates de l'Europe occidentale, du nord de l'Afrique et des îles atlantiques*. Masson et Cie éditeur, Paris, 258 p.
- Akssissou M. (1997). *Dynamique des populations d'Orchestia gamarellus (Pallas, 1766) – Crustacea. Amphipoda. Talitridae – du littoral méditerranéen du Maroc occidental et impact des Aménagements*. Thèse d'Etat es sciences, Faculté des Sciences de Tétouan, Maroc, 145 p.
- Bekkali R. (1987). *Les Ostracodes du lac Smir, Maroc Nord occidental*. Thèse de 3ème cycle, Université Mohamed V, Rabat, Maroc, 165p.
- Belqat B., Bennis N., El Alami M., Kettani K. & Aoulad Ali S. (2008). Faune Simuliidienne (Diptera : Simuliidae) du bassin versant de Oued Laou (Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique de Rabat, série générale* 5, p. 61-66.
- Belqat B. & Adler P.H. (2001). Distribution du genre *Prosimulium* Roubaud (Diptera, Simuliidae) dans le Rif (Nord du Maroc) Distribución del género *Prosimulium* Roubaud (Diptera, Simuliidae) en el

- Rif (Norte de Marruecos). *Zoologica Baetica* **12**, p. 119-134.
- Bendaanoun M. (1991). *Contribution à l'étude écologique de la végétation halophile, halohygrophile et hygrophile des Estuaires, Lagunes, Delta et Sebkhass au littoral atlantique et méditerranéen et du domaine continental du Maroc : Analyse climatique, pédologique et chimique ; phytoécologique, phytosociologique et phytogéographique. Perspective de gestion, d'aménagement et de développement.* Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences, Faculté des sciences, Marseille, 680 p.
- Dakki M., Hamman F. & Hammada S. (2005). Cartographie des habitats naturels d'une zone humide côtière méditerranéenne : les marais de Smir (région de Tétouan, Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique de Rabat, série générale* **4**, p. 9-15.
- El Kaïm B. (1972). Contribution à l'étude écologique et biologique des Culicidés : *Aedes detritus* Haliday et *Aedes caspius* Pallas. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* **52**(3-4), p. 197-204.
- El Ouali Lalami A., El Hilali O., Benlamlih M., Merzouki M., Raiss N., Ibensouda Koraichi S. & Himmi O. (2010). Etude entomologique, physicochimique et bactériologique des gîtes larvaires de localités à risque potentiel pour le paludisme dans la ville de Fès. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat* **32**(2), p.119-27.
- Ennabili A. & Ater M. (1996). Flore (Pteridophyta et Spermatophyta) des zones humides du Maroc méditerranéen : inventaire et écologie. *Acta Botanica Malacitana* **21**, p. 221-239.
- Gaud J. (1953). Notes biogéographiques sur les Culicidés du Maroc. *Archive de l'Institut Pasteur du Maroc* **4**(7), p. 443-490.
- Ghamizi M. (1998). *Les Mollusques des eaux continentales du Maroc : Systématique et Biogéographie.* Thèse d'Etat es sciences, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc, 553 p.
- Guy Y. (1959). *Les Anophèles du Maroc.* Mémoires de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, Zoologie, nouvelle Série n°7, 253 p.
- Hammada S. (2007). *Etudes sur la végétation des zones humides du Maroc. Catalogue et analyse de la biodiversité floristique et identification des principaux groupements végétaux.* Thèse de doctorat d'Etat, Université Mohamed V, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc, 187 p.
- Himmi O., El agbani M.A., Trari B. & Dakki M. (1995). *Les Culicidae du Maroc: Clés d'identification, avec données biologiques et écologiques.* Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologique, 44, Rabat, 50 p.
- Himmi O. (2007). *Les culicidés (Insectes, diptères) du Maroc: Systématique, écologie et études épidémiologiques pilotes.* Thèse de doctorat d'Etat, Université Mohamed V, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc, 288 p.
- Louah A. (1995). *Ecologie des Culicidae (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger.* Thèse d'Etat es sciences, Faculté des Sciences de Tétouan, Maroc, 266 p.
- Marazanof F. (1966). Mollusques aquatiques des Marismas du Guadalquivir : données écologiques et biogéographiques. *Annales de Limnologie* **2**(3), p. 477-489.
- Matile L. (1989). *Les Diptères d'Europe occidentale : Introduction, techniques d'étude et morphologie - Nématocères, Brachycères Orthorrhaphes et Aschizes.* Société Nouvelle des Éditions Boubée, 439 p.
- Nielsen C. (1954). Notule odonatologique II – Notizie sul Gen. *Lestes* Leach. *Bolletino dell' Istutio di Entomologia della Universita di Bologna* **20**, p. 65-79.
- Salmela J. (2010). Crane fly (Diptera, Tipuloidea & Ptychopteridae) fauna of Limhamn limestone quarry (Sweden, Malmö) – diversity and faunistics viewed from a NW European perspective. *Norwegian Journal of Entomology* **57**, 123-135.
- Saoud Y. (1995). *Malacologie des eaux continentales et épidémiologie de la Bilharziose vésicale dans la péninsule tingitane.* Thèse d'Etat es sciences, Faculté des Sciences de Tétouan, Maroc, 308 p.
- Stitou El Messari J. (1995). *Contribution à la connaissance hydrogéochimique des aquifères côtiers Martil-Alila, Oued Laou et Smir.* Thèse de 3ème cycle, Faculté des Sciences de Tétouan, Maroc, 157 p.
- Stitou El Messari J. (2002). *Etude de la salinité des eaux souterraines des aquifères côtiers Martil-Alila, Oued Laou et Smir : Intégration des méthodes hydrogéochimiques, géophysiques et isotopiques.* Thèse d'Etat es sciences, Faculté des Sciences de Tétouan, Maroc, 270 p.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux Ph., Caillere L., Coulet M., Fontaine J., Juget J. & Pattee E. (1980). *Introduction à l'étude des Macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique).* CNRS édition, 151 p.
- Tachet H., Richoux Ph., Bournaud M. & Ussegliopolatera P. (2000). *Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie et écologie.* CNRS édition, 588 p.

- Tahraoui C. (2012). *Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala: Identification et lutte*. Mémoire de Magistère, Faculté des Sciences, Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algérie, 61 p.
- Trari B. (1991). *Culicidae (Diptera): Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes du Gharb et de leurs communautés larvaires*. Thèse de 3eme cycle, Université Mohamed V, Faculté des Science de Rabat, Maroc, 209 p.
- Vigo G. (1974). *Contribution à l'étude des substrats des aires culicidogènes du littoral Languedoc-Roussillon*. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France, 325 p.
- Walker I.R., Wilson S.E.&Smol J.P. (1995). Chironomidae (Diptera): quantitative palaeosalinity indicators for lakes of western Canada. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* **52**(5), p. 950-960.

(30 réf.)