

Diversité floristique et production de biomasse des macrophytes des marais de Smir

Abdeslam ENNABILI¹ & Mohammed ATER²

1. Centre Expérimental MHEA de M'diq, B.P. 2201, 93002 Tétouan, Maroc. e-mail : aennabili@yahoo.fr
2. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, UFR Biologie Végétale,
B.P. 2121, 93002 Tétouan, Maroc. e-mail : mater20@hotmail.com

Résumé. Les marais de Smir (M'diq, nord-ouest du Maroc) représentent la seule zone humide de la façade méditerranéenne du Rif occidental. L'inventaire floristique a mis en évidence une importante richesse floristique estimée à 88 espèces hygrophiles. Les principales formations végétales ont été identifiées et leur écologie a été approchée. L'estimation de la biomasse maximale aérienne chez 13 formations hygrophiles a mis en évidence des groupes à biomasses faible (84 g/m²), moyenne (1076 g/m²) et élevée (2233 g/m²). Le développement de ces différentes formations est discuté en fonction des conditions stationnelles et des impacts des principales perturbations subies par le site. Le niveau remarquable de la diversité floristique observée ainsi que la diversité des habitats dans ce site nécessitent une mise en place de mesures urgentes de protection.

Mots clés : marais de Smir, diversité floristique, espèces hygrophiles, biomasse.

Floristic diversity and biomass production of macrophytes from Smir Marshes.

Abstract. According to biotopes diversity, the Smir Marshes (M'diq, NW of Morocco) is considered as the unique representative wetland of Mediterranean ecosystems of the western Rif. Floristic inventories and vegetation profiles were established and 88 wetland species were identified. Vegetal communities were identified and their ecology was studied. The evaluation of aboveground maximal biomass in 13 plant groupings underlines three plant groups; those biomass reached 84.3 g/m², 1076 g/m² and 2233 g/m² respectively. This distinction was determined exclusively by plant size and population density. The development of different plant groupings was discussed according to local conditions and major planning works.

Key Words: Smir Marshes, floristic diversity, wetland species, biomass.

INTRODUCTION

Dépendant principalement de l'embouchure de l'Oued Smir au nord de la ville de M'diq, les marais Smir (35°41'-44' N 5°19'-22' W) s'intègrent dans une mosaïque de milieux contrastés (lagune, oued, dunes...). Ils revêtent un intérêt particulier car ils correspondent à l'unique représentant des écosystèmes des zones humides de la façade méditerranéenne du Rif occidental (Ater & Dakki 1997).

Contrairement à d'autres zones humides marocaines, comme par exemple les marais de la Merja Zerga (Allport *et al.* 1994), la végétation des marais Smir a été très peu étudiée et les travaux portant sur ce sujet se limitent à une étude d'ordre général réalisée par le Département des Eaux et Forêts (Boukil 1986). Les premiers travaux portant sur la flore de ce site ont été réalisés dans le cadre de recherches sur la végétation des zones humides méditerranéennes et sa valorisation (Ennabili & Ater 1996, Ennabili *et al.* 1996, 1998, 2000).

Plusieurs actions anthropiques menacent actuellement ce complexe marécageux à cause de : (i) l'exploitation abusive du sol, notamment l'assèchement, le pâturage et la coupe des plantes à intérêt économique (joncs, massettes, roseaux, scirpes...); (ii) l'extension de la ville de M'diq et la multiplication des complexes touristiques; (iii) l'éva-

uation des eaux usées sans aucun traitement, et (iv) la multiplication de décharges d'ordures et de remblais. D'autre part, la construction d'un barrage en amont et d'un port de plaisance à l'embouchure de l'Oued Smir a profondément modifié les équilibres hydriques en limitant les apports en eau douce et en favorisant l'entrée des eaux marines (Stitou 1995, Ennabili 1999).

L'objectif principal de ce travail est d'établir un diagnostic de l'état de la végétation des marais Smir à partir de la réalisation des relevés et de profils de végétation d'une part et l'estimation de la production de biomasse aérienne des espèces représentatives, d'autre part.

METHODES

Des relevés floristiques représentatifs des formations des marais ont été réalisés (Figure 1). Pour chaque relevé, nous avons pris en compte les principales données stationnelles et celles caractéristiques de la végétation. La détermination systématique des plantes que nous avons herborisées à la Faculté des Sciences de l'Université Abdelmalek Essaâdi (Maroc) a été effectuée selon la *Flora Europaea* (Tutin *et al.* 1990/1993). Des profils ou transects de végétation ont été réalisés afin de montrer la succession spatiale de différentes formations.

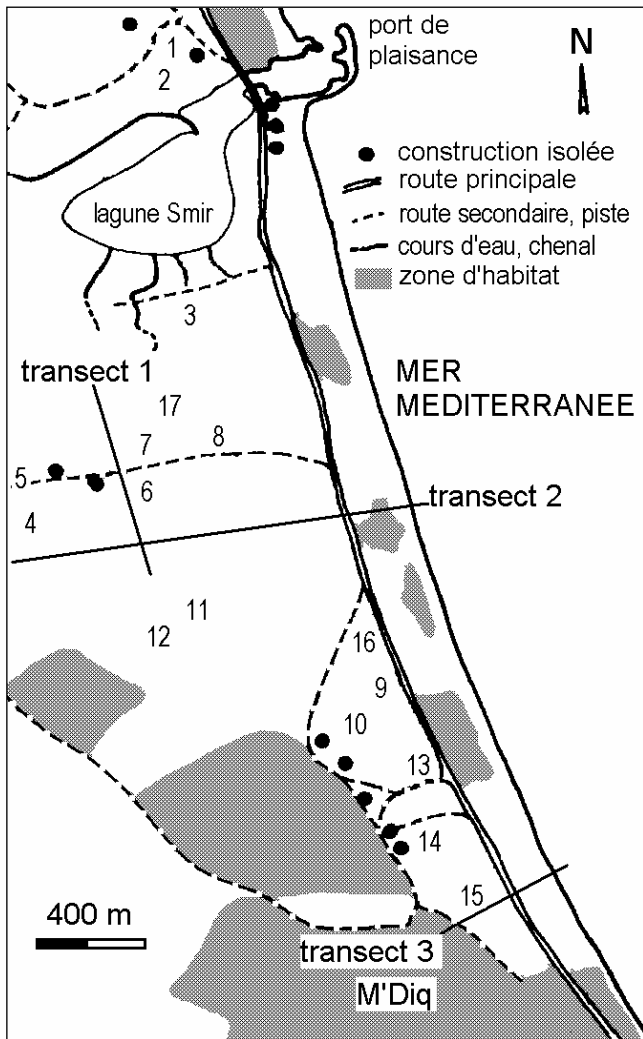


Figure 1. Situation des transects et relevés effectués.

Tableau I. Spectre biologique des espèces rencontrées

	Macrophanérophytes	Nanophanérophites	Chaméphytes	Hémicryptophytes	Cryptophytes	Thérophytes	Total
Monocotylédones	0	0	0	4	27	6	37
Dicotylédones	4	2	6	11	1	27	51
Total	4	2	6	15	28	33	88
Spectre biologique (%)	4,54	2,27	6,82	17,04	31,82	37,50	100

La biomasse maximale aérienne a été estimée à l'optimum de la période végétative. La taille de l'échantillon a été adaptée suivant la structure de la formation étudiée. En ce qui concerne les macrophytes formant un peuplement mono- ou bispécifique, 10 échantillons de 1 m² chacun ont été choisis au hasard. Pour le cas de petits macrophytes comme *Eleocharis palustris*, *Ranunculus aquatilis* et *Cotula coronopifolia*, la surface a été réduite à 0,25 m².

Dans le cas particulier des lentilles d'eau, nous avons procédé par une simple collecte de l'aire unitaire (1 m²) tout en laissant la matière végétale récoltée s'égoutter afin d'éliminer l'excès d'eau. Pour la jonchaie, la salicorniaie et l'inulaie, nous avons utilisé une surface unitaire de 25 m² (un carré de 5 m x 5 m) avec une répétition de 5 fois. Pour chaque échantillon, nous comptons le nombre de touffes et nous réalisons la coupe de l'une d'entre elles, choisie pour sa taille intermédiaire. La biomasse correspondant à chaque échantillon est pesée après élimination de la nécromasse (parties mortes) pour estimer le poids frais. Le poids sec est estimé après séchage à 75 °C jusqu'à poids constant.

RESULTATS

Végétation

Avec 88 espèces inventoriées, les hygrophytes recensés représentent environ 50% de l'ensemble des hygrophytes des zones humides méditerranéennes marocaines (Ennabili & Ater 1996), ce qui témoigne d'une richesse spécifique similaire à d'autres zones humides marocaines figurant sur la liste Ramsar telles la Merja de Sidi Boughaba (80 espèces) et la Merja Zerga (120 espèces comprenant les espèces des marais, des dunes et des zones de transition) (Atbib 1979, Allport *et al.* 1994). Les espèces recensées appartiennent à 35 familles de vasculaires supérieures, 12 Monocotylédones et 23 Dicotylédones correspondant respectivement à 41,9% et 58,1% de l'effectif spécifique. Les *Graminae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Compositae* et *Juncaceae* totalisent 47,6% de l'effectif spécifique global.

Le taux important de thérophytes observé est paradoxalement élevé par rapport à ce qu'on peut attendre dans une zone humide (Tab. I). La surreprésentation des thérophytes s'expliquerait en particulier par la tendance à l'assèchement des marais. L'importance des cryptophytes est due à la nature hygrophytique des espèces associées aux groupements de prairies humides ou aquatiques. Les macrophanérophytes observés sont essentiellement représentés par *Tamarix gallica* et *T. africana* et secondairement par une rudéro-nitrophyte *Ricinus communis* et une espèce introduite *Myoporum laetum*.

A l'instar d'autres zones humides côtières, les marais de Smir sont bordés par des dunes littorales. Cette formation est en voie de disparition et ne subsiste que sous forme de vestiges. On y reconnaît, à côté de psammophytes bas, *Pistacia lentiscus*, *Ephedra fragilis*, *Juniperus phoenicea*... (Figs. 2, 3 et 4). Des aménagements visant la fixation des dunes sont très anciens et remontent à l'époque coloniale. Ils se sont traduits par l'introduction d'espèces allochtones comme *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Eucalyptus* spp., *Mesembryanthemum edule* (*Carpobrotus edulis*) et *Ricinus communis* (Cantarino *et al.* 1995).

La structure des groupements végétaux, caractérisés par leur physionomie, est relativement simple puisqu'il s'agit d'une mosaïque de formations presque monotones (Tab. II). Le développement de ces formations est tributaire des conditions stationnelles dont les principaux facteurs seraient la submersion, la charge organique et la salinité.

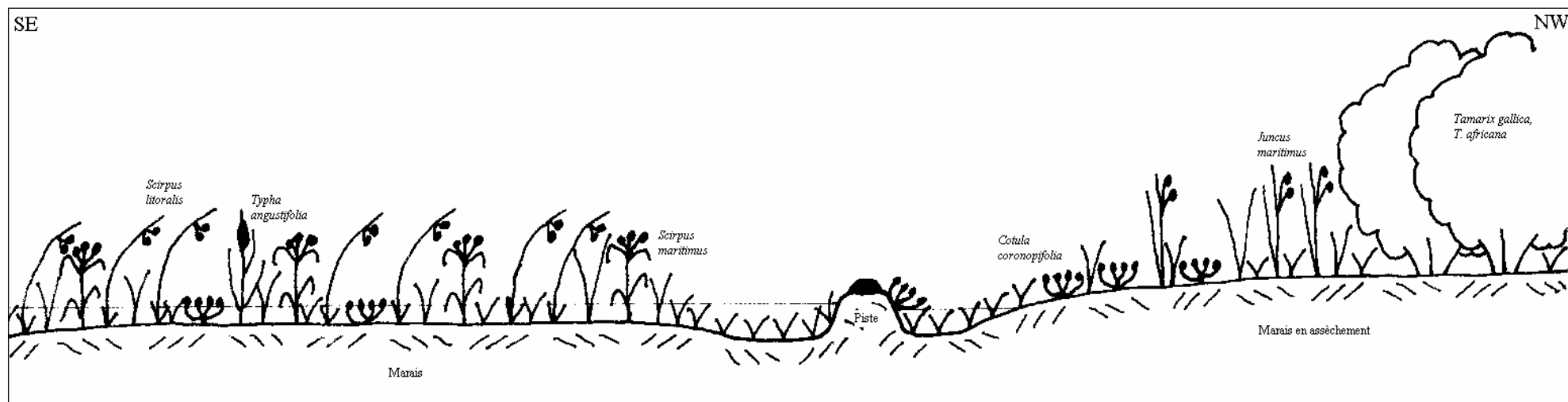


Figure 2. Transect n° 1 au sein des marais Smir.

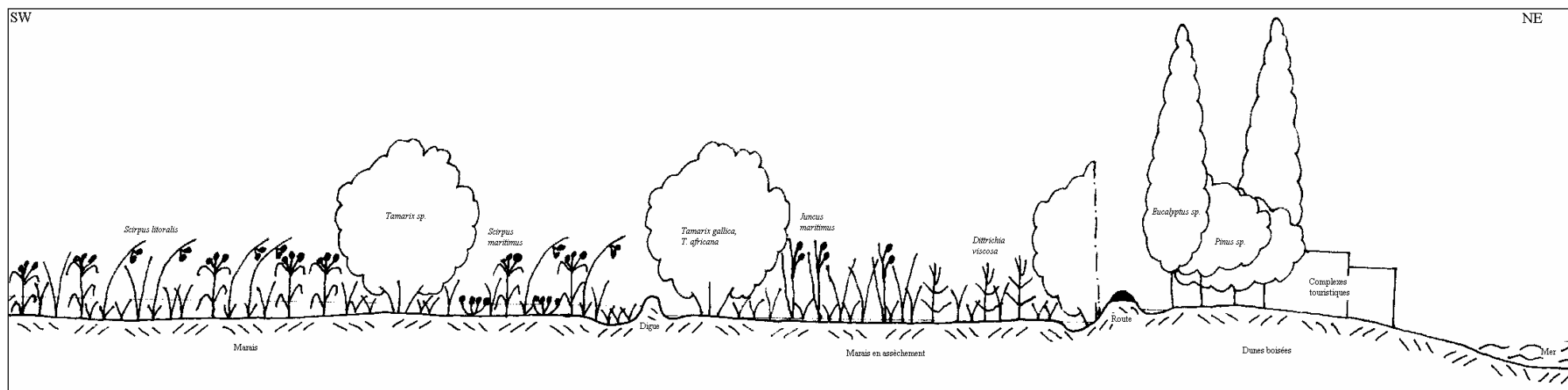


Figure 3. Transect n° 2, "dunes aménagées-marais Smir".

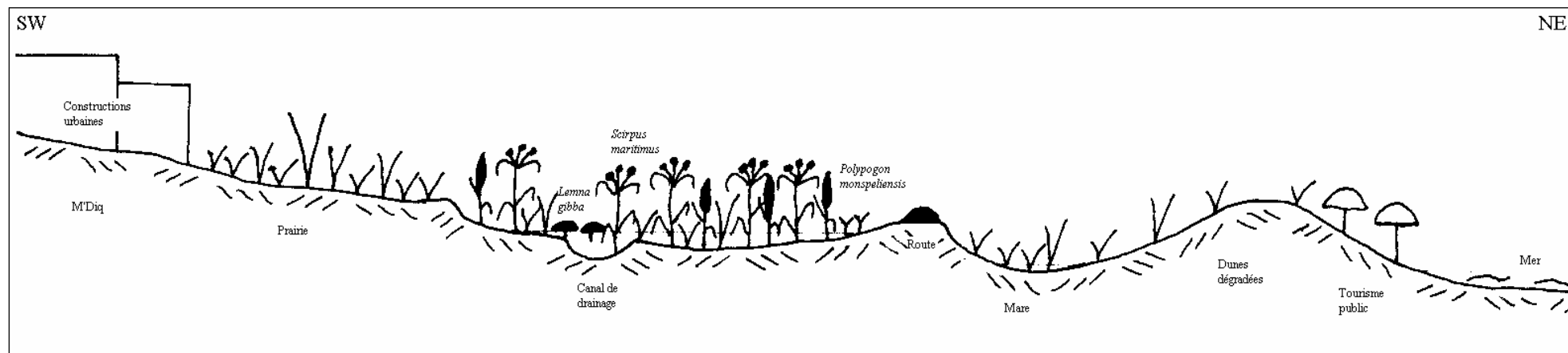


Figure 4. Transect n° 3 “plage-marais Smir-ville de M’Diq”.

Submersion

En fonction de l'importance de la submersion, nous avons pu distinguer quatre types de formations caractérisant ces marais :

- les petites prairies submergées comprenant, en plus de certaines algues (*Chara* sp., *Tolypella intricata*...), des macrophytes comme *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pusillus*, *Callitriche palustris* ou *Ruppia maritima* (Relevés 5-8 ; Tab. II) ;
- les prairies libres flottantes constituées exclusivement de *Lemna gibba* (R. 1, 13), *L. minor* (R. 16) ou *Ranunculus aquatilis* (R. 4-5) ;
- les formations semi-aquatiques constituées par *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*, *Phragmites australis*, *Scirpus litoralis* et/ou *Scirpus maritimus* (R. 1, 4, 6, 9-11, 14-15) ;
- les groupements d'hygrophiles de zones émergées correspondant à des prairies humides fraîches ou sèches de bordure (R. 2-3, 5, 7, 8, 17).

Les données des relevés effectués, combinées à des observations de terrain relatives à d'autres études (Ennabili & Ater 1996), ont permis de classer les principaux hygrophytes en fonction du niveau minimal de la submersion (h) :

- les espèces à submersion nulle ou faible ($0 \leq h < 10$ cm) correspondant à *Juncus maritimus*, *J. acutus*, *Schoenus nigricans*, *Puccinellia* sp., *Tamarix* sp., *Carex distans* et *Cotula coronopifolia* ;
- les espèces à submersion moyenne ($10 \leq h < 20$ cm) représentées exclusivement par *Paspalum vaginatum* ;
- les espèces à submersion forte ($20 \leq h < 30$ cm) se limitant à *Sparganium erectum* et *Typha angustifolia*.

Certaines espèces peuvent tolérer des intervalles de submersion plus importants. Ainsi, nous pouvons citer, dans ce cas, des espèces de moyenne à forte submersion (*Scirpus maritimus* et *S. litoralis*) et de faible à très forte submersion (*Phragmites australis*, tolérant des hauteurs de submersion minimale au-delà de 30 cm).

La forte anthropisation du site a engendré des variations importantes de la submersion. En effet, mise à part la construction du barrage en amont des marais, l'aménagement de digues et l'évacuation des eaux usées entraînent un remaniement de la composition floristique en plusieurs sites. Les zones humidifiées sont occupées par de vraies roselières tandis que les parties asséchées sont envahies par des hygrophiles de sites émergés (*Juncus maritimus*, *Arthrocnemum fruticosum*...). Les cuvettes artificielles présentent des lieux favorables pour le développement des prairies submergées ou flottantes. Les sites exondés sont peuplés par *Crypsis aculeata* et *Cotula coronopifolia* (R. 5-7 ; Fig. 2).

Salinité

La réalisation d'un port de plaisance à l'embouchure de l'Oued Smir et la construction d'un barrage en amont provoqué, en absence de lâchers réguliers, l'augmentation

de la salinité de la lagune et des marais de Smir. Cet effet pourrait être renforcé par les embruns d'eaux salées liés aux vents d'Est.

En fonction de la salinité, nous avons identifié des groupements à halophytes strictes (*Arthrocnemum fruticosum* ; R. 2, 5) et des groupements ne supportant qu'une faible salinité (*Juncus maritimus*, *Puccinellia* sp., *Schoenus nigricans* et *Tamarix* sp. ; R. 3, 7, 8, 12, 17). Des espèces telles *Arthrocnemum fruticosum*, *Spergularia marina* et *Limonium ferulaceum* témoignent de la salinisation de certains sites actuellement dominés par des espèces d'eau douce (R. 1, 4, 7, 8, 11-12). La présence d'algues marines Chlorophycées caractéristiques de l'étage littoral comme *Ulva lactuca* et *Enteromorpha intestinalis* montre l'importance de la pénétration des eaux marines dans la lagune.

Charge organique

La végétation des sites fortement anthropisés est essentiellement représentée par des espèces végétales rudérales et/ou nitrophiles dont *Chenopodium murale*, *C. vulvaria*, *Raphanis raphanistrum* et *Ricinus communis*. Ces espèces se présentent également à l'état dispersé dans certains groupements hygrophiles (R. 12, 15).

D'autre part, les principaux hygrophytes se développant dans les marais de Smir peuvent être classés en fonction de la tolérance de la charge organique domestique :

- espèces des sites fortement pollués telles que *Lemna gibba*, *Typha angustifolia* et *Sparganium erectum* (R. 1, 9, 13-14) ;
- espèces des sites moyennement pollués comme *Lemna minor* et *Phragmites australis* (R. 10, 16) ;
- espèces des sites moyennement à non pollués représentées par *Scirpus maritimus*, *S. litoralis* et *Polypogon monspeliensis* (R. 4, 6).

L'impact des eaux usées sur ces marais serait à relativiser dans la mesure où elles constituent un apport important d'eaux non salées permettant d'atténuer l'effet de la sécheresse et de la salinité. Des études supplémentaires sont nécessaires afin d'évaluer la capacité épuratoire de ces systèmes marécageux en relation avec la nappe phréatique.

Biomasse aérienne

Le développement des parties aériennes ne dépasse pas une année chez *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*, *Scirpus* sp., *Cotula coronopifolia*, *Ruppia maritima* et *Tolypella intricata* ; et par conséquent, les biomasses mesurées correspondent à la productivité nette aérienne annuelle. Bien que Metro et Sauvage (1955) signalent que la floraison du roseau n'a lieu que la deuxième année, nos observations aux marais de Smir montrent plutôt un accomplissement annuel du cycle biologique. *Juncus* sp., *Dittrichia viscosa* et *Arthrocnemum fruticosum* sont entièrement vivaces et se renouvellent progressivement. Les lentilles d'eau ont un cycle végétatif très court ne dépassant pas une semaine.

Tableau II. Résumé des principales données des relevés floristiques. Aa, activités anthropiques ; A, travaux d'aménagement (assèchement par exemple) ; C, coupe et prélèvement de phytomasse ; Cy, activités cynégétiques ; D, déchets solides ; E, effluents des eaux usées ; P, pâturage ; Nt, nombre total d'espèces par relevé ; Nh, pourcentage d'espèces hygrophiles par relevé.

N° Relevé	Submersion (cm)	Aa	Nt	Nh	Espèces dominantes
1	5-45	Cy, E, P	20	80	<i>Scirpus litoralis</i> (3.4), <i>Lemna gibba</i> (3.4)
2	0-17	A, P	20	70	<i>Arthrocnemum fruticosum</i> (3.3)
3	0	P	9	89	<i>Puccinellia</i> sp. (3.3), <i>Schoenus nigricans</i> (3.2)
4	18-60	A, P	16	100	<i>Scirpus litoralis</i> (3.1), <i>S. maritimus</i> (3.1)
5	0-40	A, P	18	94	<i>Arthrocnemum fruticosum</i> (3.3)
6	15-50	A, P	15	100	<i>Scirpus litoralis</i> (2.1), <i>S. maritimus</i> (2.1)
7	0-22	A, P	15	87	<i>Juncus maritimus</i> (3.2), <i>Tamarix africana</i> (3.4)
8	0-10	A, P	23	83	<i>Tamarix gallica</i> (2.4), <i>Juncus maritimus</i> (2.2)
9	20	E, P	7	100	<i>Typha angustifolia</i> (5.5)
10	25	E, P	5	100	<i>Phragmites australis</i> (5.5)
11	10-35	E, P	22	87	<i>Scirpus litoralis</i> (2.1), <i>S. maritimus</i> (2.1)
12	5-12	C, D, E, P	32	56	<i>Juncus maritimus</i> (3.2), <i>Paspalum vaginatum</i> (3.4)
13	20-60	E, P	4	100	<i>Lemna gibba</i> (5.5)
14	5-20	D, E, P	38	76	<i>Sparganium erectum</i> (5.5)
15	6-60	E, P	22	68	<i>Scirpus maritimus</i> (3.1)
16	15-25	C, P	6	100	<i>Lemna minor</i> (5.5)
17	0	P	8	87,5	<i>Tamarix africana</i> (5.5)

Mise à part la formation à *Dittrichia viscosa*, espèce rudérale colonisant des milieux ouverts fortement perturbés, l'ensemble des formations étudiées sont bien représentatives des communautés végétales des marais Smir. Les valeurs obtenues reflètent bien la biomasse car les coefficients de variation sont relativement bas. L'analyse de la variance montre des différences hautement significatives entre les biomasses mesurées chez l'ensemble des formations étudiées (Tab. III). D'autre part, la comparaison des moyennes deux à deux suivant le test de Student-Newman-Keuls permet de distinguer trois groupes de macrophytes selon l'importance de la biomasse produite (Tab. IV, Fig. 5).

Le groupe I a une biomasse moyenne d'environ 84,3 g/m² et il rassemble les espèces à faible production de biomasse (*Lemna gibba*, *L. minor*, *Ranunculus aquatilis*, *Cotula coronopifolia*, *Ruppia maritima*, *Tolypella intricata*, *Eleocharis palustris*). Même si ce groupe s'isole bien par rapport aux deux autres, nous avons noté des différences significatives entre les espèces qui le composent. Ainsi, la formation à renoncules d'eau montre le taux le plus faible avec seulement 23,98 g/m² ; *L. minor*, *E. palustris* et *C. coronopifolia* ont des taux intermédiaires, et les taux les plus élevés sont observés chez *R. maritima* et *L. gibba*. Chez les lentilles d'eau, nous notons une biomasse presque quatre fois plus importante chez *L. gibba* par rapport à *L. minor*.

Le groupe II a une biomasse moyenne d'environ 1076 g/m² et il comporte les espèces à biomasse moyenne (*Sparganium erectum*, *Juncus maritimus*, *Scirpus maritimus*, *S. litoralis*, *Dittrichia viscosa*). Ce groupe est plus homogène que le précédent même si *Sparganium* présente une production légèrement supérieure.

Le groupe III a une biomasse moyenne d'environ 2233 g/m² et il est constitué d'espèces à biomasse élevée (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Arthrocnemum fruticosum*). Ces formations produisent une biomasse moyenne similaire malgré les différences observées au niveau de la densité et le poids sec.

La différence entre les trois groupes est très nette et l'analyse de la variance à un seul critère confirme cette observation avec un effet hautement significatif (Tab. V). L'appartenance à l'un des trois groupes est déterminée exclusivement par la taille de la plante et la densité du peuplement.

D'une manière générale, et comparativement à d'autres écosystèmes, la production de la biomasse observée chez les macrophytes aux marais Smir est conforme avec la haute productivité caractérisant les zones humides. En effet, les phytocénoses des zones humides sont réputées être plus productives que les formations des zones xériques (Brix & Schierup 1989, Ramade 1989).

Les différents peuplements formant le groupe I correspondent à de petites prairies submergées ou flottantes à submersion temporaire. Chez les lentilles d'eau, les valeurs de la biomasse fraîche (9,95 ± 0,84 t/ha pour *Lemna minor* et 37,39 ± 3,27 t/ha pour *L. gibba*) donnent une bonne indication sur leur potentiel productif annuel. Ces chiffres montrent qu'elles peuvent concurrencer les héliophytes à productivité aérienne moyenne et cela malgré leurs faibles biomasses (0,45 t/ha de matière sèche pour *Lemna minor* et 1,65 t/ha pour *L. gibba*). La densité très élevée des peuplements des lentilles d'eau constitue un facteur limitant leur taux de croissance car le temps de dédoublement du nombre de frondes est de 3 à 5 jours seulement quand les conditions sont optimales. Ainsi, un prélèvement périodique de la cape flottante est nécessaire pour améliorer leur productivité.

Tableau III. Analyse de variance à un seul critère "formation". (DDL, nombre de degrés de liberté ; SCE, somme des carrées des écarts ; CM, carré moyen ; F, rapport de variance ; *** F est significatif au seuil de 0,001).

Source de variation	DDL	SCE	CM	F
Formation	12	96286018,17	8023834,89	54,28***
Résiduelle	117	17292951,81	147803,00	

Tableau IV. Estimation de la production de biomasse aérienne exprimée en g/m² et t/ha ; CV, Coefficient de variation (%).

Formation à	Biomasse		CV	
	g/m ²	t/ha		
Groupe I	<i>Ranunculus aquatilis</i>	23,98 ± 4,57	0,24	19,06
	<i>Lemna minor</i>	45,27 ± 12,08	0,45	26,68
	<i>Eleocharis palustris</i>	54,34 ± 14,41	0,54	26,51
	<i>Cotula coronopifolia</i>	62,90 ± 15,35	0,63	24,40
	<i>Ruppia maritima</i>	136,63 ± 14,39	1,37	10,53
	<i>Lemna gibba</i>	164,87 ± 45,58	1,65	27,64
	Moyenne	84,33 ± 55,45	0,84	65,75
Groupe II	<i>Juncus maritimus</i>	811,92 ± 281,21	8,12	34,63
	<i>Dittrichia viscosa</i>	1089,66 ± 249,51	10,90	22,89
	<i>Scirpus litoralis</i> et <i>S. maritimus</i>	1095,35 ± 142,19	10,95	12,98
	<i>Sparganium erectum</i>	1308,07 ± 205,77	13,08	15,73
	Moyenne	1076,25 ± 280,86	10,76	26,09
Groupe III	<i>Typha angustifolia</i>	2132,13 ± 609,91	21,32	28,60
	<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	2271,98 ± 861,63	22,72	37,92
	<i>Phragmites australis</i>	2295,50 ± 777,85	22,95	33,80
	Moyenne	2233,04 ± 733,17	22,33	32,83

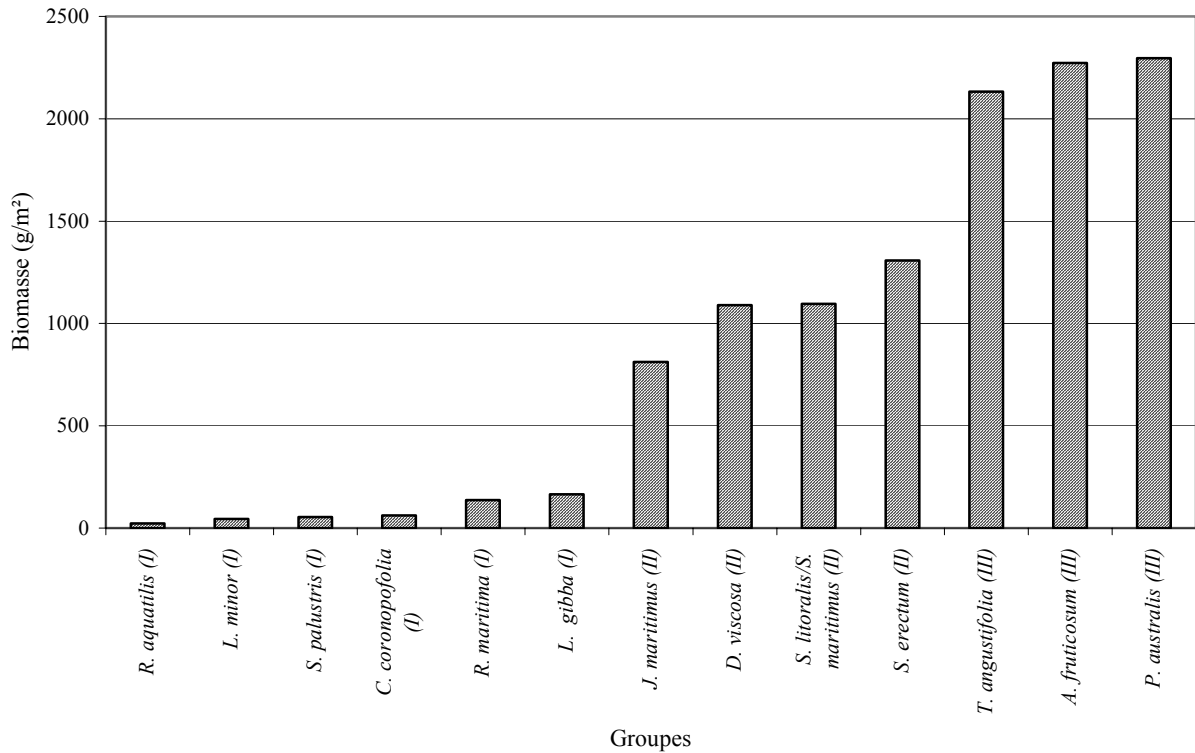


Figure 5. Production de biomasse aérienne des formations étudiées. Les chiffres entre parenthèses indiquent le groupe d'appartenance de la formation (cf. Tab. IV).

En ce qui concerne le groupe II, la roselière à *Sparganium erectum* ainsi que la scirpaie à *Scirpus litoralis* et *S. maritimus* présentent des productions de biomasse respectives de 13,1 t/ha et 11,0 t/ha. Cette scirpaie montre un pouvoir productif similaire à des scirpaies à *S. maritimus* en ex-Tchécoslovaquie (in Lieffers & Shay 1982) et dans le sud de la France (Podelejski 1982), ainsi qu'à d'autres *Cyperaceae* telles que *Scirpus lacustris* en peuplement naturel au Danemark (in Radoux 1977) ou en culture pour le traitement des eaux usées (Ansola-Gonzalez 1994).

La phragmitaie et la typhaie du groupe III se montrent hautement productives avec des taux respectifs de 23,0 t/ha et 21,3 t/ha de matière sèche. Il s'agit d'une production comparable, en moyenne, à celle observée chez des formations analogues en ex-Tchécoslovaquie sous climat tempéré (Radoux 1977).

Il est évident que ces estimations sont largement tributaires des conditions de chaque station comme la densité et la nutrition minérale. La compétition interspécifique, la submersion ainsi que le prélèvement de la biomasse par les

paysans constituent autant de facteurs pouvant influencer la productivité des macrophytes. Les formations représentatives des marais de Smir maintiennent un niveau de production de biomasse analogue à celui observé dans les zones humides, malgré la pression de perturbation qu'elles subissent. Mais la production globale de ces marais pourrait être affectée vu la réduction des aires occupées par les macrophytes. Les formations à *Dittrichia viscosa* ou à *Arthrocnemum fruticosum* s'étendent de plus en plus à cause de la salinisation et l'assèchement de ces marais et montrent l'importance de la production de biomasse en milieux salés et/ou perturbés. En plus du pâturage, impact observé pour l'ensemble des relevés (Tab. II), la biomasse des roselières (roseau, massettes et rubanier) et des jonchaies a une importante valeur socio-économique (Ennabili *et al.* 1996). A cet égard, les capacités productives mises en évidence par cette étude montrent que l'exploitation des macrophytes pourrait être économiquement rentable.

Tableau V. Résultats de l'analyse de variance à un seul critère "groupe". DDL, nombre de degrés de liberté ; SCE, somme des carrés des écarts ; CM, Carré moyen ; F, rapport de variance ; ***, F est significatif au seuil de 0,001.

Source de variation	DDL	SCE	CM	F
Groupe	2	94732124,93	47366062,47	319,17***
Résiduelle	127	18846845,58	148400,35	

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Il est important de souligner la diversité floristique observée dans ce site, qui compte au moins 88 taxons. Cette richesse est assez élevée, comparée à celles relevées dans d'autres zones humides marocaines, telles que la Merja Zerga (Allport *et al.* 1994), le lac de Sidi Bou Ghaba (Atbib 1981) ou la lagune de Khnifiss (Burt 1988; Edmondson *et al.* 1988). D'autres part, certains taxons ont une importance toute particulière, car ils sont considérés comme rares (*Triglochin bulbosa*, *Zannichellia palustris* et *Sparganium erectum*) ou vulnérables (*Ruppia maritima*) (Fennane & Ibn Tattou 1998), ce qui renforce la valeur de ce site en termes de biodiversité. Malheureusement, il n'y a pas de travaux antérieurs permettant d'évaluer les tendances de l'évolution de la diversité pour ce site.

Les formations les plus caractéristiques des zones humides sont les roselières, comme la typhaie, la phragmitaie et la scirpaie. Bien que bien représentées dans les marais de Smir, elles sont menacées à la fois par l'assèchement, qui se manifeste sur le plan floristique par l'importance des thérophytes, et par la salinisation matérialisée par l'extension de la salicorniaie à *Arthrocnemum fruticosum*.

Un autre indice de la dégradation du milieu est l'état de la dune littorale, dont seuls subsistent des vestiges d'une végétation dunaire (genévrier, lentisque, *Ephedra*), fixée par un reboisement d'*Eucalyptus*, de pins et d'*Acacia*.

Comparativement à d'autres écosystèmes, les productions de biomasse observées chez les macrophytes des marais Smir sont en accord avec la haute productivité caractérisant les zones humides. La phragmitaie et la typhaie de Smir

sous climat méditerranéen montrent des productivités comparables en moyenne à celles observées chez des formations analogues sous climat tempéré (Radoux 1977). La scirpaie à *Scirpus maritimus* et *S. litoralis* montre également un pouvoir productif similaire à celui d'autres *Cyperaceae* telles que *Scirpus lacustris* au Danemark (Andersen 1976) et *Carex rostrata* aux Etats Unis (Bernard *et al.* 1974). Ce résultat est important dans la mesure où il permet de montrer qu'en dépit des fortes perturbations, ces écosystèmes ne présentent pas de dysfonctionnements graves et maintiennent un bon niveau de productivité.

Donc, malgré l'intensité des perturbations que subissent les marais Smir, les différentes formations végétales maintiennent un niveau assez remarquable de la diversité physiologique, spécifique voire fonctionnelle.

Comparativement à d'autres zones humides, ces marais ne peuvent être considérés comme irréversiblement dégradés, même en l'absence de données antérieures aux travaux d'aménagement que la zone a connus (barrage, port de plaisance...). En effet, ils gardent encore une grande importance et qui ne correspond nullement au classement (priorité d'ordre 3) accordé par le plan directeur des aires protégées du Maroc (AEFCS 1996).

D'autre part, nous pensons qu'il est urgent de faire face à deux types d'impacts et qui représentent une menace pour la diversité, que ce soit au niveau spécifique ou au niveau des formations et groupements végétaux. Il s'agit en premier lieu de la salinisation des biotopes, visible à travers l'extension de la salicorniaie et des formations halophytes. Cette extension signifie un appauvrissement progressif et irréversible de la biodiversité végétale. En second, nous pensons aux différents travaux d'aménagement comme le défrichement, l'assèchement, l'aménagement de pistes et de digues et la pollution par les eaux usées.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet MECO financé par l'Union Européenne INCO-DC 4^{ème} FP Contrat ERB-IC18-CT-98-0270 (1999-2001).

Références

- A.E.F.C.S (Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols) 1996. Plan Directeur des Aires Protégées du Maroc. Rabat.
- Allport G., et al., 1994. *Hydrology, vegetation and human Use of Merja Zerga, Morocco*. Rapport inédit, Ecology and Conservation Unit, University College, London. 93 p.
- Ansola-Gonzalez G. 1994. *Sistemas de experimentación con macrofitos como mecanismo de depuración de la contaminación acuática y evaluación de los procesos de transformación en ambientes rurales de mediana y baja densidad*. Tesis doctoral, Universidad de León, Espagne.
- Atbib M. 1979. Etude phytoécologique de la réserve biologique de Mehdiya (littoral atlantique du Maroc). 1-La végétation hygrophile de la Merja Sidi Bou Ghaba. *Bul. Inst. Sci.*, Rabat. 4, 99-188.
- Ater M. & Dakki M. 1997. Potentialités écologiques et socio-économiques des marais côtiers de Smir (côte méditerranéennes du Maroc): principales menaces et chances de conservation, *In* : Ater M. et Dakki M. (eds) –

- Actes du Séminaire sur les marais Smir-Restinga (Maroc) écologie et propositions d'aménagement.* Tétouan, 16-17 mars 1995. *Trav. Inst. Sci. mém. h.s.* pp, 1-8.
- Boukil A. 1986. *Etude et cartographie des groupements végétaux et possibilités de reboisement dans la lagune de Oued Smir dans un but d'aménagement forestier.* Rapport du Centre Régional des Inventaires et des Aménagements des Forêts et des Bassins Versants, Tétouan, 84, 25 p.
- Brix H. & Schierup H.H. 1989. The use of aquatic macrophytes in water-pollution control. *Ambio*, 18,2, 100-107.
- Burt A.J., 1988. Vegetation of coastal desert and associated intertidal areas in the Khnifiss-Tarfaya region. In: Dakki M. & de Ligny W. (Eds.)- *The Khnifiss Lagoon and its surrounding environment (Province of La'youne, Morocco).* *Trav. Inst. Sci. Mém. h.s.*, pp, 47-64.
- Cantarino C.M., Seva Román E. 1997. Transformaciones en el paisaje natural del litoral mediterráneo de Marruecos durante la época del protectorado español en (1912-1956). I : política de desecación de zonas húmedas en la región de Tetuán. In : Ater M. et Dakki M. (eds) – *Actes du Séminaire sur les marais Smir-Restinga (Maroc) écologie et propositions d'aménagement.* Tétouan, 16-17 mars 1995. *Trav. Inst. Sci. mém. h.s.* pp, 69-83.
- Edmondson J., Gunn A., Burt A.J. & Parker, D.M., 1988. Checklist of flora of the Khnifiss Lagoon and the Tarfaya region (Morocco). In: Dakki M. & de Ligny W. (Eds.) - *The Khnifiss Lagoon and its surrounding environment (Province of La'youne, Morocco).* *Trav. Inst. Sci. Mém. h.s.*, pp, 41-45.
- Ennabili A. 1999. *Végétation hygrophile du Maroc méditerranéen : écologie, socio-économie et rôle potentiel dans l'épuration des eaux usées.* Ph-D Thesis, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, Belgique, 253 p.
- Ennabili A. & Ater, M. 1996. Flore (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) des zones humides du Maroc méditerranéen. Inventaire et Ecologie. *Acta Bot. Malacit.* 21, 221-239.
- Ennabili A., Nabil L. & Ater M., 1996. Importance socio-économique des hygrophytes au nord-ouest du Maroc. *Al Biruniya.* 12, 95-120.
- Ennabili A., Ater M. & Radoux M. 1998. Biomass production and NPK retention in macrophytes from wetlands of the Tingitan Peninsula. *Aqua. Bot.*, 62, 45-56.
- Ennabili A., Ater M. & Radoux M., 2000. Biomasse et accumulation des NPK chez *Scirpus litoralis* et *Scirpus maritimus* aux marais Smir-Negro (NW du Maroc). *Acta Bot. Barcin.*, 46, 239-250
- Fennane M. & Ibn Tattou M. 1998. Catalogue des plantes vasculaires rares, menacés ou endémiques du Maroc. *Bocconea*, 8, 5-243.
- Lieffers V.J. & Shay J.M., 1982. Distribution and variation in growth of *Scirpus maritimus* var. *paludosus* in Saskatchewan. *Can. J. Bot.*, 60, 1938-1949.
- Metro A. & Sauvage C. 1955. *Flore des Végétaux ligneux de la Mamora.* Marcel Bon Vesoul, Casablanca, 498 p.
- Podlejski V. 1982. Phenology and seasonal aboveground biomass in two *Scirpus maritimus* marshes in the Camargue. *Folia Geobot. Phytotax.*, 17, 225-236.
- Radoux M. 1977. *Contribution à l'étude de la productivité, de la structure et du fonctionnement de roselières des districts Mosan et Lorrain.* Thèse Doctorat, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, Belgique, 474 p.
- Ramade F., 1989. *Éléments d'écologie, écologie appliquée.* McGraw-Hill, Paris.
- Stitou El Missari J.E. 1995. *Contribution à la connaissance hydrogéochimique des aquifères côtiers : Martil-Alila, Oued Laou et Smir.* Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Abdelmalek Essaâdi, Fac. Sci. Tétouan, Maroc. 160 p.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Waiters S.M. & Webb D.A. (ed.) - 1990/1993. *Flora europaea.* Cambridge University Press, UK, 5 volumes.

Manuscrit reçu le 24 novembre 2003