

EFFET DE L'HYDROLOGIE SUR LES POPULATIONS D'UNE ESPÈCE RARE DES MARES TEMPORAIRES MÉDITERRANÉENNES: *ELATINE BROCHONII* (ELATINACEAE)

Laïla RHAZI¹, Patrick GRILLAS², Anne CHARPENTIER², Mouhssine RHAZI^{2,3}, Nicolas LECLAINCHE², Dominique TITOLET⁴, Laurent DESNOUBES², Emilien DUBORPER², Nicole YAVERCOVSKI² et Driss EL KHYARI¹

¹ Laboratoire d'Ecologie Aquatique et Environnement, Université Hassan II Aïn Chock, BP 5366, Maarif, Casablanca, Maroc, e-mail: rhazila@yaho.fr

² Station Biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc, 13200, Arles, France

³ Université Aix Marseille III, F-13397, Cedex, 20, Marseille, France

⁴ Lycée International Georges DUBY, Rue Georges DUBY, 200, F-13080, Luynes, France

Résumé

Les populations de *Elatine brochonii* (plante rare et instable) ont été étudiées dans une mare temporaire du Maroc pendant 5 ans (2001-2005) sur des transects permanents. L'abondance et la distribution des stocks semenciers ont été mesurés (2002) par comptage direct après tamisage d'échantillons de sol. Une expérimentation en conditions contrôlées a permis de tester l'effet de l'hydrologie sur la germination, le développement végétatif et la reproduction de *E. brochonii*. Les résultats expérimentaux et les observations de terrain suggèrent que les populations de *E. brochonii* sont sous un contrôle étroit de l'hydrologie. L'inondation à faible profondeur est favorable à la germination et la saturation en eau du sédiment est nécessaire au maintien des plantules et au succès de la reproduction, mais une inondation prolongée augmente le taux de mortalité des plantes. Ces exigences très strictes de *E. brochonii* vis à vis de l'hydrologie, limitent son expression dans la végétation à une bande étroite au niveau intermédiaire de la mare et seulement lors d'années humides. L'absence des populations de *E. brochonii* au centre de la mare pourrait s'expliquer par des risques de mortalités ou d'absence de reproduction à cause des hauteurs d'eau plus élevées.

Mots clés: Mare temporaire méditerranéenne, *Elatine brochonii*, germination, instabilité inter annuelle, inondation, Maroc.

Resumen

Efecto de la hidrología sobre las poblaciones de una especie rara de lagunas temporales mediterráneas: *Elatine brochonii* (Elatinaceae). Las poblaciones de *Elatine brochonii*

(planta rare e instable) se han estudiado en una charca temporal de Marruecos durante 5 años (2001-2005) sobre transectos permanentes. La abundancia y la distribución de las semillas fueron medidas (2002) por recuento directo después del tamizado de las muestras de suelo. Un experimento en condiciones controladas permitió demostrar el efecto de la hidrología sobre la germinación, el desarrollo vegetativo y la reproducción de *E. brochonii*. Los resultados experimentales y las observaciones sobre el terreno sugieren que las poblaciones de *E. brochonii* se encuentran bajo un estrecho control de la hidrología. La inundación poco profunda es favorable para la germinación. La saturación en agua del sedimento es necesaria para el mantenimiento de las plántulas y el éxito de la reproducción. Sin embargo, una inundación prolongada aumenta el índice de mortalidad de las plantas. Estas estrictas exigencias de *E. brochonii* frente a la hidrología limitan el desarrollo de la vegetación a una estrecha banda al nivel intermedio de la charca y solo en años húmedos. La ausencia de poblaciones de *E. brochonii* en el centro de la charca podría explicarse por riesgos de mortalidades o por ausencia de reproducción debido a la mayor profundidad del agua.

Palabras clave: Charca temporal mediterránea, *Elatine brochonii*, germinación, inestabilidad interanual, inundación, Marruecos.

Introduction

Dans les mares temporaires sous climat méditerranéen, des alternances entre des absences totales de germination et des germinations très abondantes sont caractéristiques de nombreuses espèces annuelles (Brock, 1988; Bonis, 1993; Bliss et Zedler, 1998; Grillas et Battedou, 1998; Rhazi *et al.*, 2001). L'instabilité dans le temps des espèces des mares est attribué à un mécanisme adaptatif répondant à la grande fluctuation des conditions climatiques et serait comparable aux patrons observés dans les déserts (Fox, 1990; Clauss et Venable, 2000). Les mécanismes contrôlant cette instabilité temporelle restent mal connus mais semblent concerner principalement la germination à partir des stocks semenciers pérennes (Bliss et Zedler, 1998).

Des suivis pluriannuels de mares temporaires au Maroc (Rhazi *et al.*, 2001), en France continentale (Schotsman et Bosserdet, 1966) et en Corse (Lorenzoni et Paradis, 1997), ont mis en évidence une instabilité inter annuelle d'une amphibie annuelle: *Elatine brochonii*. C'est une espèce rare (Fennane et Ibn Tattou, 1998; Castroviejo, 1986-2001; Domínguez Lozano, 2000; Olivier *et al.*, 1995), rencontrée uniquement dans des milieux à inondation temporaire de la Méditerranée occidentale (Maroc, Algérie, France et Espagne). Les études réalisées sur cette espèce concernent des descriptions morphologiques (Schotsman *et al.*, 1966), phytosociologiques et phytogéographique (Lorenzoni et Paradis, 1997). La biologie de cette espèce est mal connue et en particulier les conditions favorables à sa germination et qui pourraient expliquer son instabilité.

L'objectif de ce travail était d'expliquer les causes de l'instabilité inter-annuelle de *E. brochonii* dans les mares temporaires du Maroc et, cela, (1) en analysant sa

distribution spatiale et temporelle dans la végétation et dans les stocks semenciers, ainsi qu'en (2) testant les effets de l'hydrologie sur la germination, la croissance végétative et la reproduction sexuée.

Site d'étude

La région d'étude correspond à la suberaie de Mamora (130.000 ha) qui se localise au Nord de Rabat sur le littoral atlantique marocain. Cette région, à substrat sableux, montre de nombreuses mares temporaires qui sont variables par la taille, la profondeur, la durée d'inondation et la composition floristique (Ould Louleid, 1991). La suberaie de Mamora est soumise à un climat méditerranéen sub-humide, à hiver chaud avec une pluviométrie moyenne annuelle de 523 mm (Ould Louleid, 1991; Aafi *et al.*, 2005). La période d'étude (2001-2005), montrait une grande fluctuation inter-annuelle de la pluviométrie (2001: 328,6 mm; 2002: 313,7 mm; 2003: 610,9 mm; 2004: 726,9 mm; 2005: 322,5 mm) (Direction de la Météorologie Nationale, Casablanca).

Une mare temporaire à *E. brochonii* (33°54'N, 6°49'W) de la suberaie de Mamora a été sélectionnée au cours de ce travail. Cette mare a fait l'objet d'un suivi pluri-annuel (2001-2005) de la végétation et d'une étude des stocks semenciers. Les effets de l'inondation sur la germination, la croissance végétative et la reproduction sexuée de *E. brochonii* ont été étudiés expérimentalement sur une deuxième population (Benslimane, 33°38'N, 7°07'W) issue de stocks semenciers.

Matériel et méthodes

Elatine brochonii sur le terrain

Un suivi de la végétation de la mare a été réalisé sur cinq années successives: de 2001 à 2005. La végétation a été mesurée sur des quadrats (45) répartis tous les 2 m le long de deux transects permanents perpendiculaires (T1 et T2, respectivement de 46 et 40 m de longueur) passant par le point le plus profond de la mare (Grillas *et al.*, 2004). Les quadrats utilisés (0,3 x 0,3 m) étaient divisés en neuf carrés de 0,1 x 0,1 m. Sur chaque quadrat étaient notées la hauteur maximale de l'eau, l'abondance de *E. brochonii* correspondant au nombre de carrés dans lesquels l'espèce était trouvée (entre 0 et 9) et le nombre de plantes entrées en reproduction.

Des carottes de sédiments de 4/4 cm ont été prélevées en septembre 2002 sur chaque quadrat de mesure de végétation. Ces échantillons ont été séchés à l'air libre, pesés et sur chacun, un échantillon de 30 g de sédiment a été tamisé sous l'eau (100 µ de maille) et séché à l'étuve à 40° C pendant une semaine. Le comptage direct du nombre de graines de *E. brochonii* a été réalisé sous loupe binoculaire. Par la suite le stock de semences total (nombre de graine/g de sol) a été calculé pour chaque échantillon.

Elatine brochonii en conditions expérimentales: Effets de l'inondation sur la germination, la croissance et la reproduction sexuée

Des échantillons de la couche supérieure du sédiment (0-4 cm) ont été prélevés en 1998 au niveau des populations de *E. brochonii* (Rhazi *et al.*, 2001). Ces échantillons ont été homogénéisés puis réparti dans 20 pots percés de 4 cm de hauteur et de 8 cm de largeur. Ces pots ont été distribués au hasard en deux lots de 10 pots chacun soumis à partir du 5 octobre 1998, jusqu'au 9 juillet (date de la fin de l'expérience) à deux traitements: A (arrosé) et I (inondé).

Le traitement arrosé (A): les échantillons ont été arrosés chaque jour jusqu'à saturation en eau depuis le début de l'expérience jusqu'au 25 juin.

Le traitement inondé (I) a été réalisée en deux phases successives: En phase 1, les échantillons ont été inondés dès le début de l'expérience (traitement inondé) sous une profondeur d'eau de 13 cm qui correspondait à la profondeur maximale sous laquelle l'espèce a été observée au stade végétatif sur le terrain. Ces échantillons ont été placés sous serre dans deux bacs avec une randomisation complète chaque semaine. En phase 2, à la fin du mois de mars, suite à la mauvaise condition des plantes et à leur incapacité à émerger de l'eau, les échantillons on été soumis à un assèchement progressif afin de tester la capacité des plantes à récupérer après une inondation prolongée.

Les germinations de *E. brochonii* ont été comptées et arrachées toutes les deux semaines conservant seulement 10 individus choisis au hasard par pot parmi ceux ayant germé au cours des deux premières semaines. Sur les 10 individus de *E. brochonii* conservés par pot, cinq tirés au hasard ont été récoltés à la fin du mois de mars pour mesurer la biomasse aérienne (poids sec de ces individus après 48 heures à 105° C à l'étuve). Sur trois pots du traitement inondé, aucun prélèvement pour la mesure de la biomasse n'a été fait à cause de la mortalité des individus en privilégiant la conservation de plantes pour la deuxième phase. Sur les cinq individus restant par pot, ont été mesurés toutes les deux semaines la hauteur, le nombre d'entre-nœuds, le nombre de boutons floraux et de fruits. Après maturité un fruit a été prélevé au hasard sur chaque individu (5) dans chaque échantillon (10) et le nombre de graines par fruit a été compté. De même le poids de deux lots de 50 graines prises au hasard par pot (2 séries x 10 pots = 20 mesures par traitement) ont été mesurés.

La méthodologie utilisée dans cette expérimentation, est similaire à celle suivie par Volder *et al.* (1997) pour étudier l'effet de la sécheresse et de l'inondation sur la reproduction d'une espèce amphibie des milieux humides, *Ranunculus peltatus*.

Analyse de données

Les données sur la germination, la croissance végétative et la reproduction sexuée pour les deux traitements (arrosé et inondé aux deux phases) ont été traitées par analyse de variance (ANOVA). Le logiciel de statistique utilisé est JMP™, version 3 (SAS Institute Inc., 1995).

Résultats

Distribution spatiale de *Elatine brochonii* dans la végétation et dans le stock semencier

Le suivi pluriannuel de la végétation dans la mare de Mamora, montre que *E. brochonii* n'a germé que deux années sur cinq: 2003 et 2004 (Tableau 1) correspondant à des années humides avec des hauteurs d'eau élevées en hiver.

Sur le plan spatial, *E. brochonii* apparaît dans la végétation avec une grande abondance sur une zone topographique intermédiaire bien délimitée (Fig. 1). Au centre de la mare, son abondance est très faible voire nulle (en 2004). Entre 2003 et 2004, les populations de *E. brochonii* ont glissées légèrement vers la périphérie de la mare, à des positions topographiques légèrement plus hautes (Fig. 1). Ce faible déplacement spatial inter annuel est étroitement lié aux niveaux d'eau enregistrés en hiver et qui étaient plus élevés en 2004 (Fig. 1). Seules les plantes de la zone intermédiaire sont entrées en reproduction avec la formation de fleurs et de fruits. La reproduction est totalement absente au centre de la mare.

La densité du stock semencier de *E. brochonii* montre une distribution inégale le long du gradient topographique. Elle est très faible en périphérie de la mare et élevé au niveau intermédiaire et central (Fig. 1).

Effet de l'inondation sur la germination, la croissance végétative et la reproduction

Le nombre cumulé de germinations obtenues à la fin de l'expérience était significativement plus grand dans le traitement inondé ($471,3 \pm 10,6$) que dans le traitement arrosé ($368,3 \pm 44,7$) ($F = 6,16$, $ddl = 1$, $p = 0,02$).

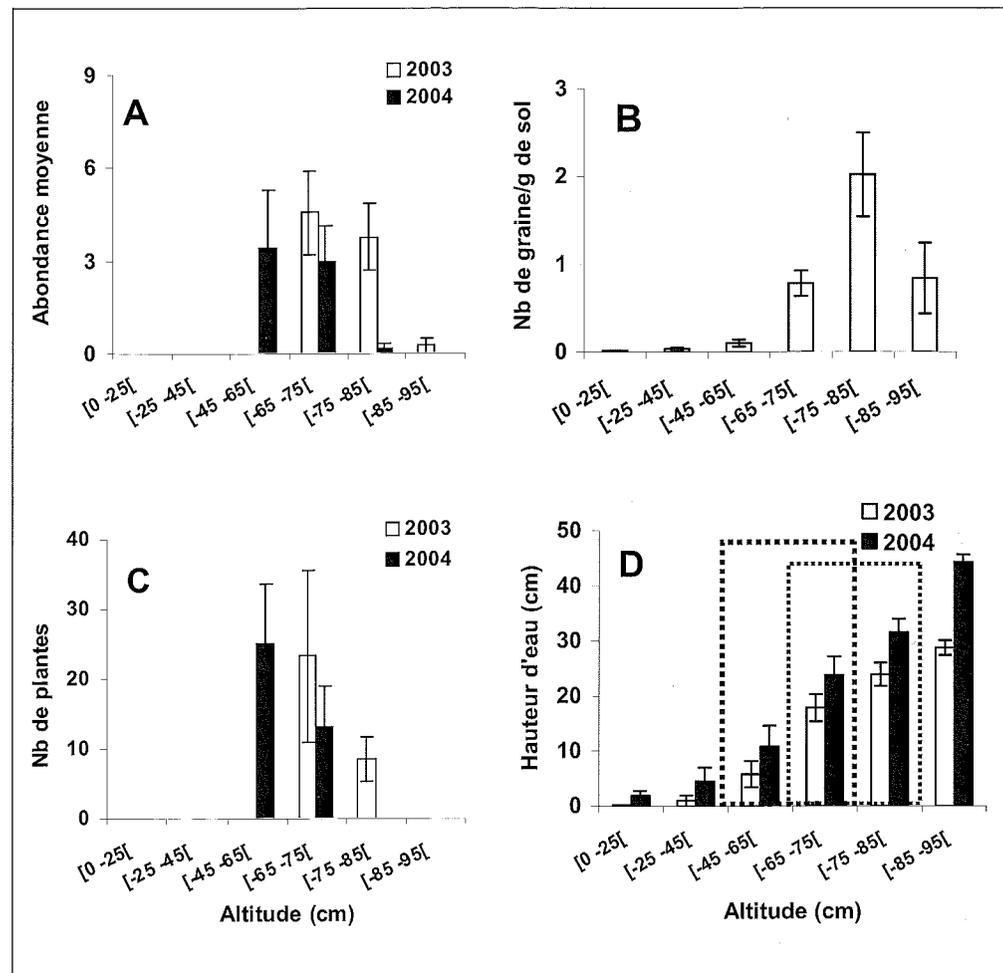
Après 6 mois de traitement (phase 1: 31 mars), le taux de mortalité était d'environ 24% dans le traitement inondé et nul dans le traitement arrosé. La biomasse aérienne des plantes était deux fois plus faible dans le traitement inondé que dans le traitement arrosé. Les plantes du traitement inondé avaient un port prostré avec un nombre plus petit d'entre-nœuds que celles du traitement arrosé (Tableau 2).

A partir du 31 mars jusqu'à la fin de l'expérience le 9 juillet (phase 2), l'assèchement progressif des pots du traitement inondé a conduit à une modification importante du port des plantes qui se sont redressées, devenant significativement deux fois plus hautes avec un nombre d'entre-nœuds plus important que celles du traitement arrosé (Tableau 2).

Tableau 1. Présence (+) et absence (---) de *Elatine brochonii* entre 2001 et 2005 dans la mare de la suberaie de Mamora en fonction de la hauteur maximale d'eau enregistrée en hiver.

An	2001	2002	2003	2004	2005
Hauteur maximale d'eau (cm)	12,00	1,50	39,00	45,00	3,50
<i>Elatine brochonii</i>	---	---	+	+	---

Figure 1.- Répartition spatiale par classe d'altitude (Altitude, cm) de *Elatine brochonii* (A) dans la végétation exprimée, (B) dans le stock semencier, (C) le nombre de plantes entrées en reproduction, et (D) la hauteur maximale de l'eau en hiver, avec en traits discontinu la tranche d'eau favorable à la reproduction de *Elatine* en 2003 et en 2004. Les barres sur les graphiques correspondent à l'ES. N = 45.



La reproduction sexuée a commencé dès la première phase (première semaine de mars) pour les plantes du traitement arrosé avec la formation des boutons floraux tandis qu'elle était absente dans le traitement inondé où elle n'a commencé qu'en deuxième phase (première semaine de juin) après émergence des plantes de l'eau.

Le nombre final de fruits produits par plante était significativement deux fois plus élevé pour le traitement arrosé que pour le traitement inondé (Tableau 2). Les fruits produits par les plantes du traitement arrosé contenaient en moyenne significativement plus de graines qui étaient plus lourdes que dans le traitement inondé (Tableau 2).

Tableau 2. Résultats des Analyses de Variance (ANOVA) réalisées en deux phases (phase 1: avec deux traitements arrosé et inondé depuis le début de l'expérience jusqu'au 31 mars; phase 2: avec le traitement toujours arrosé et l'assez progressif pour le traitement inondé jusqu'à la fin de l'expérience le 9 juillet) pour la hauteur des plantes, le nombre d'entre-nœuds, la biomasse aérienne en mars, le nombre final de fruits par plante, le nombre de graines par fruit, et le poids moyen de 50 graines (moyenne \pm ES). ***, $p < 0,0001$. N = 20.

	Phase 1 31 mars (ddl = 1)				Phase 2 09 juillet (ddl = 1)			
	F	p	Arrosé	Inondé	F	p	Arrosé	Inondé puis sec
Hauteur (mm)	48,23	***	16,60 \pm 1,40	5,90 \pm 0,60	55,41	***	17,55 \pm 0,68	33,90 \pm 2,08
Nombre d'entre nœuds	17,61	***	24,90 \pm 1,10	17,10 \pm 1,50	13,85	***	30,45 \pm 1,64	22,05 \pm 1,54
Biomasse en mars (mg)	16,69	***	11,00 \pm 1,10	6,20 \pm 0,90				
Nombre de fruits/plante					56,58	***	32,70 \pm 2,05	13,70 \pm 1,11
Nombre de graines/fruit					62,12	***	49,14 \pm 3,14	33,52 \pm 5,42
Poids de 50 graines (mg)					18,69	***	1,16 \pm 0,15	0,87 \pm 0,14

Discussion et conclusions

Les suivis de terrain ont mis en évidence une instabilité inter annuelle de *E. brochonii* qui n'est apparue que les années humides (2003 et 2004), et seulement sur la zone intermédiaire de la mare où la densité du stock semencier est maximale.

Les résultats expérimentaux suggèrent que les populations de *E. brochonii* sont sous un contrôle étroit de l'hydrologie. Les conditions optimales de germination sont obtenues en conditions saturées en permanence (inondé). Ceci est probablement en relation avec une chute de la teneur en oxygène du substrat sous l'effet de l'inondation (Van Viessen, 1982).

La lumière constitue aussi un facteur important pour la germination des graines de *E. brochonii* (Lorenzoni et Paradis, 1997). Les graines ne peuvent pas germer lorsqu'elles sont enfouies sous des épaisseurs très faibles de sédiment (> 2 mm) à cause de la faible quantité de réserves et au manque de lumière (Rhazi, 2001). La grande sensibilité de *E. brochonii* à la lumière, empêche sa germination en situations à fort recouvrement végétal (ombrage et compétition avec les vivaces) et permet le maintien d'un stock pérenne de semences dans le sol (Bonis, 1993; Dugdale *et al.*, 2001).

Si la lumière et l'inondation à faible profondeur sont favorables à la germination des graines, l'exondation est nécessaire pour la reproduction sexuée en mars-avril. Dans de bonnes conditions de saturation du sol, le nombre de fruits et de semences produites par plante est élevé favorisant la constitution d'un stock semencier important (Volder *et al.*, 1997).

Après une inondation prolongée, la capacité de récupération de *E. brochonii* était très relative avec la formation d'un nombre faible de fruits par plante et des graines pauvres en réserves ce qui risque d'affecter leur pouvoir germinatif.

La distribution spatiale de *E. brochonii*, limitée à la zone intermédiaire de la mare, implique que les conditions favorables pour l'expression de cette espèce dans la végétation sont rares. Elles ne se réalisent que les années très humides permettant

une inondation en hiver (pour la germination) et une exondation au printemps (pour la reproduction). Le faible déplacement spatial inter annuel de *E. brochonii*, combiné à la faible fréquence d'années humides sous climat méditerranéen (Zidane, 1990), expliquerait l'instabilité de cette espèce qui correspondrait à une stratégie adaptative aux fluctuations de l'hydrologie dans les mares temporaires. L'apparition sporadique de *E. brochonii* repose sur la dormance et la longévité des graines (au moins 5 ans dans la mare de Benslimane) (Rhazi, 2001; Grillas *et al.*, 2004).

L'absence de *E. brochonii* en périphérie et au centre de la mare serait le résultat d'un double gradient de stress: la sécheresse (en périphérie) qui empêche la germination et l'inondation tardive (au centre) qui entraîne la mortalité des plantes et l'absence de reproduction.

Remerciements

Je remercie M. A. Diaz (Station Biologique de la Tour du Valat, France) pour la traduction du résumé de l'article malgré ses nombreuses occupations professionnelles. Un grand merci également à H. Bazairi (Faculté des Sciences de Casablanca Aïn Chock) et à S. Benhissoune (Faculté des Sciences d'Agadir) pour la traduction des communications orales et des mails échangés avec les organisateurs du colloque. Je remercie M. Paracuellos (Institut des Etudes d'Almería) d'avoir facilité notre participation à la manifestation scientifique sur l'Environnement Méditerranéen à Almería et aussi pour ces pertinentes corrections qui ont améliorées la qualité de ce travail.

Bibliographie

- Aafi, A.; Achhal El Kadmiri, A.; Benabid, A. et Rochdi, M. (2005). Richesse et diversité floristique de la suberaie de la Mamora (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*, 30: 127-138.
- Bliss, S. A. et Zedler, P. H. (1998). The germination process in vernal pools: sensitivity to environmental conditions and effects on community structure. *Oecologia*, 113: 67-73.
- Bonis, A. (1993). *Dynamique des communautés et mécanismes de coexistence des populations de macrophytes immergées en marais temporaires*. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II. Montpellier. Inédite.
- Brock, M. A. (1988). Flexibility of life cycle pattern as a mechanism for tolerance of fluctuations of environmental conditions by aquatic plants. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Angewandte Limnologie*, 23: 1949-1951.
- Castroviejo, S. (1986-2001). *Flora Iberica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. 10 volumes. Real Jardín Botánico (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Madrid.
- Clauss, M. J. et Venable, D. L. (2000). Seed germination in desert annuals: an empirical test of adaptive bet hedging. *American Naturalist*, 155: 168-186.
- Dominguez Lozano, F. (ed.) (2000). Lista roja de la flora vascular española. *Conservacion Vegetal*, 6: 1-40.

- Dugdale, T. M.; de Winton, M. D. et Clayton, J. S. (2001). Burial limits to the emergence of aquatic plant propagules. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 147-153.
- Fennane, M. et Ibn Tattou, M. (1998). Catalogue des plantes endémiques, rares ou menacées du Maroc. *Bocconeia*, 8: 1-243.
- Fox, G. A. (1990). Drought and the Evolution of Flowering time in the desert annuals. *American Journal of Botany*, 7777: 1508-1518.
- Grillas, P. et Battedou, G. (1998). Effects of flooding date on the biomass, species composition and seed production in submerged macrophyte beds in temporary marshes in the Camargue (S. France). En, McComb, A. J. et Davis, J. A. (eds.) : *Wetlands for the future*, pp. 207-218. INTECOL'S V International Wetland Conference. Gleneagles Publishing. Adelaide.
- Grillas, P.; Gauthier, P.; Yavercovski, N. et Perennou, C. (2004). *Les Mares Temporaires Méditerranéennes: Enjeux de Conservation, Fonctionnement et Gestion*, I. Station Biologique de la Tour du Valat. Arles.
- Lorenzoni, C. et Paradis, G. (1997). Description phytosociologique d'une mare temporaire à *Elatine brochonii* dans le sud de la Corse. *Bulletin de la Société Botanique du Centre Ouest, Nouvelle Série*, T.28: 21-46.
- Olivier, L.; Galland, J. P.; Maurin, H. et Roux J. F. (1995). *Livre Rouge de la Flore Menacée de France. Tome I. Espèces Prioritaires*. Museum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement. Paris.
- Ould Loueid, S. A. C. (1991). *Contribution à l'étude du fonctionnement du peuplement de macrophytes vasculaires des mares temporaires (dayas) de la Mamora sud-occidentale (région de Rabat-Maroc)*. Thèse 3^{ème} Cycle. Ecole Normale Supérieure Takadoum. Rabat. Inédite.
- Rhazi, L. (2001). *Etude de la végétation des mares temporaires et l'impact des activités humaines sur la richesse et la conservation des espèces rares au Maroc*. Thèse d'État es Sciences Biologiques. Université Hassan II Aïn Chock. Casablanca. Inédite.
- Rhazi, L.; Grillas, P.; Tan Ham, L. et El Khyari, D. (2001). The seed bank and the between years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco). *Ecologia Mediterranea*, 27: 69-88.
- Schotsman, H. D. et Bosserdet, P. (1966). Notes sur *Elatine brochonii* Clav. *Bulletin du Centre des Etudes et Recherches Scientifiques de Biarritz*, 6 : 251-267.
- Van Vierssen, W. (1982). The ecology of communities dominated by *Zannichellia*-taxa in Western Europe. I. Characterization and autoecology of the *Zannichellia*-taxa. *Aquatic Botany*, 12: 103-155.
- Volder, A.; Bonis, A. et Grillas, P. (1997). Effects of drought and flooding on the reproduction of an amphibious plant, *Ranunculus peltatus*. *Aquatic Botany*, 58: 113-120.
- Zidane, L. (1990). *Etude bioclimatique et étude phyto-écologique des forêts de la province de Benslimane "Ouest marocain"*. Thèse 3^{ème} Cycle. Université Mohammed V. Rabat. Inédite.

CB/485782

R.8047

AMBIENTES MEDITERRÁNEOS FUNCIONAMIENTO, BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MEDITERRÁNEOS

ACTAS DE LAS XV JORNADAS DEL AULA DE ECOLOGÍA. 2005



Coordinador de la edición

Mariano PARACUELLOS
Dpto. de Ecología y Medio Ambiente, Instituto de Estudios Almerienses
Diputación de Almería

Instituto de Estudios Almerienses

[2007]

Comité Científico Asesor

J. Jesús CASAS

Dpto. de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Almería

Santos CIRUJANO

Dpto. de Biodiversidad y Conservación, Real Jardín Botánico (CSIC)

Elías D. DANA

Grupo de Investigación Transferencias de I+D en el Área de Recursos Naturales

Leonardo GUTIÉRREZ

Red Andaluza de Jardines Botánicos, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)

Alejandro MARTÍNEZ ABRAÍN

Ecología de Poblaciones, Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC)

Antonio PULIDO BOSCH

Dpto. de Hidrogeología, Universidad de Almería

Diego MORENO

Gestión del Medio Marino, EGMASA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)

M. Jacoba SALINAS

Dpto. de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Almería

Hedwig SCHWARZER

Red Andaluza de Jardines Botánicos, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)

José TEMPLADO

Dpto. de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)

Nicolás VARO

Dpto. de Biología Evolutiva, Estación Biológica de Doñana (CSIC)

Carmen ZAMORA-MUÑOZ

Dpto. de Biología Animal, Universidad de Granada

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALMERIENSES

Colección Medio Ambiente. Nº 2

Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos

- © Texto: Los autores
- © Ilustraciones: Los autores
- © Edición: Instituto de Estudios Almerienses

www.iealmerienses.es

Coordinador de la edición: Mariano Paracuellos

ISBN: 978-84-8108-386-6

Dep. Legal: Al - 163 - 2007

Primera edición: Marzo - 2007

Foto de portada: Trinidad Pérez López. Gargantas de Ouzud (Azilal, Marruecos)

Diseño de colección: Amando Fuertes. Servicio Técnico del IEA

Maquetación: Balaguer Valdivia, S.L. - gbalaguer@telefonica.net

Imprime: Escobar Impresores, S.L. - El Ejido (Almería)

Impreso en España