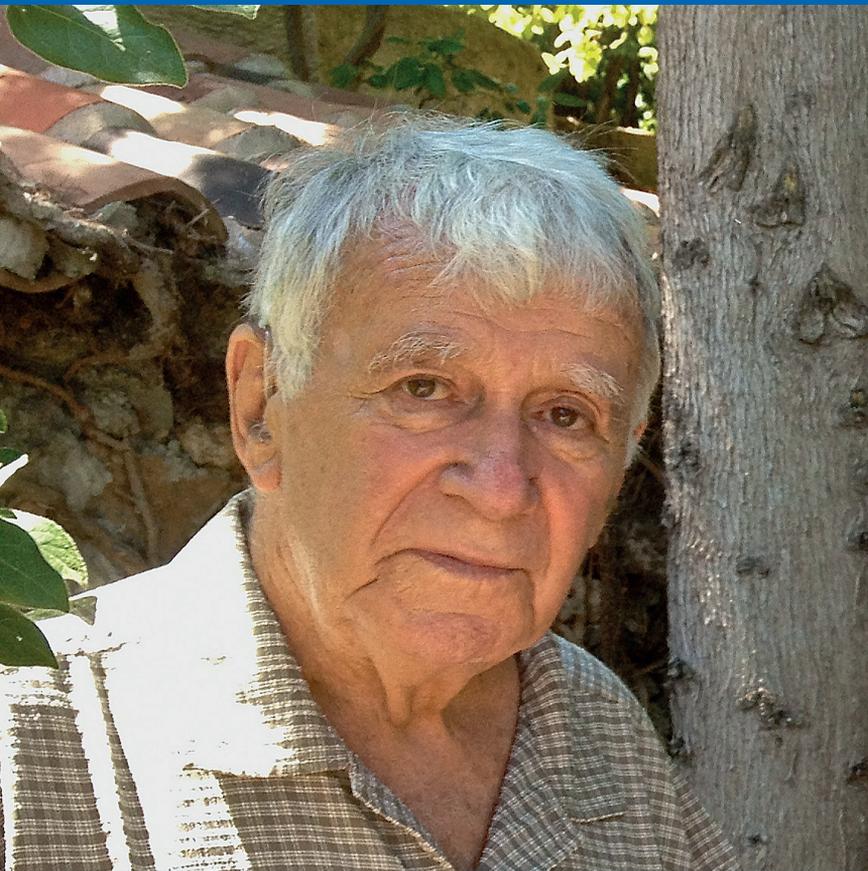


# *ecologia* *mediterranea*

Vol. 44 (2) – 2018

Revue internationale d'écologie méditerranéenne  
*International Journal of Mediterranean Ecology*



**Hommage  
scientifique  
au professeur  
Pierre Quézel  
(1926-2015)**

Éditeur invité : Pr Frédéric Médail

Éditrices en chef : Dr Élise Buisson & Dr Brigitte Talon

Institut méditerranéen de biodiversité et écologie (IMBE)  
*Mediterranean Institute of Biodiversity and Ecology*

Naturalia Publications

Éditrices en chef : Dr Élise Buisson  
et Dr Brigitte Talon

UMR CNRS IRD IMBE  
Université d'Avignon, IUT  
Site Agroparc, BP 1207  
84911 Avignon cedex 09  
France

## Comité éditorial

D<sup>r</sup> Pierre CHEVALDONNÉ, CNRS, Université  
Aix-Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Marc CHEYLAN, EPHES, Montpellier,  
France

D<sup>r</sup> Cécile CLARET, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Bruno FADY, INRA, Avignon, France

P<sup>r</sup> Thierry GAUQUELIN, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Grant WARDELL-JOHNSON, Université  
Western, Australie

D<sup>r</sup> Raphaël Gros, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Frédéric GUITER, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

P<sup>r</sup> Serge KREITER, SupAgro, Montpellier,  
France

D<sup>r</sup> Audrey MARCO, École nationale  
supérieure du paysage, Marseille,  
France

P<sup>r</sup> Frédéric MÉDAIL, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

P<sup>r</sup> François MESLÉARD, Université  
Avignon-Tour du Valat, France

D<sup>r</sup> Tom PARKER, San Francisco State  
University, États-Unis

D<sup>r</sup> Philippe PONEL, CNRS, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Roger PRODON, EPHE, Montpellier,  
France

D<sup>r</sup> Sandra SAURA-MAS, Autonomus  
University of Barcelona, Espagne

D<sup>r</sup> Isabelle SCHWOB, Université Aix-  
Marseille, Marseille, France

D<sup>r</sup> Thekla K. TSITSONI, Aristotle  
University of Thessaloniki, Grèce

D<sup>r</sup> Éric VIDAL, IRD, France

D<sup>r</sup> Mercedes VIVAS, Universidad of  
Concepción, Chili

D<sup>r</sup> Ioannis VOGIATZAKIS, Open University  
of Cyprus, Chypre

ISSN 0153-8756

http://ecologia-mediterranea.  
univ-avignon.fr

## Instructions aux auteurs

*ecologia mediterranea* publie des articles de recherche originaux sur des sujets se rapportant à l'écologie fondamentale ou appliquée des régions méditerranéennes. La revue exclut les articles purement descriptifs ou de systématique. *ecologia mediterranea* privilégie les domaines scientifiques suivants : bioclimatologie, biogéographie, biologie de la conservation, biologie marine, biologie des populations, écologie des communautés, écologie forestière, écologie génétique, écologie marine, écologie microbienne, écologie du paysage, écologie de la restauration, écologie végétale et animale, écophysiologie, paléoclimatologie, paléoécologie. La revue accepte également des articles de synthèse, des notes/communications courtes, des comptes rendus d'ouvrages, des résumés de thèses, ainsi que des commentaires sur les articles récemment parus dans *ecologia mediterranea*. La revue publie aussi des actes de colloques faisant l'objet d'un numéro spécial. Dans ce cas, prendre contact avec les éditrices.

Les manuscrits sont soumis à des lecteurs spécialistes du sujet. La décision finale d'accepter ou de refuser un article relève des éditrices. L'article proposé doit être envoyé en version électronique à [ecologia.mediterranea@imbe.fr](mailto:ecologia.mediterranea@imbe.fr) (version doc(x) ou rtf). Pour la mise en forme du document, voir les instructions qui suivent. Une fois leur article accepté, les auteurs devront tenir compte des remarques des lecteurs, puis ils renverront leur texte corrigé sous deux mois toujours sous format électronique (doc(x) ou rtf). Passé ce délai, la seconde version sera considérée comme une nouvelle proposition.

### TYPES DE MANUSCRIT

À préciser sur la première page lors de la soumission d'un manuscrit.

**Article de recherche** : contribution inédite découlant d'une étude complète. Ce type d'article fait typiquement une vingtaine de pages et environ 6 000 à 8 000 mots.

**Note/communication courte** : observation nouvelle ou rapport d'expérience dans un contexte pertinent avec les sujets visés par la revue. Ce type d'article fait typiquement une dizaine de pages et environ 3 000 à 4 000 mots.

**Article de synthèse** : revue critique et originale de sujets spécifiques d'actualité ou d'un champ de recherche de pointe dans le domaine de l'écologie méditerranéenne. Ce type d'article fait typiquement une vingtaine de pages et environ 6 000 à 8 000 mots.

**Commentaire** : avis sur des sujets déjà publiés dans *ecologia mediterranea* ou réflexion critique sur des problèmes d'intérêt général en écologie méditerranéenne. Ce type d'article fait typiquement une à cinq pages et environ 1 000 à 3 000 mots.

**Compte rendu d'ouvrage** : revue critique d'ouvrages (livres, monographies, manuels, etc.) dans le domaine de l'écologie méditerranéenne. Les auteurs d'ouvrages souhaitant voir un compte rendu publié dans *ecologia mediterranea* doivent envoyer un exemplaire de l'ouvrage en question aux éditrices en chef.

**Résumé de thèse** : résumé d'une thèse soutenue récemment dans le domaine de l'écologie méditerranéenne. Auteur, année, titre, spécialité et université (e.g. Thèse de doctorat en écologie soutenue le 3 avril 2012 à l'université de Padoue, Italie, laboratoire xxx), composition du jury, mots clés, résumé de 1 000 mots maximum.

### TEXTE

Les articles (dactylographiés en Times 12, double interligne, format A4) doivent être rédigés en anglais ou en français. Si l'article soumis n'est pas rédigé en anglais, il est demandé (en plus des résumés) une version anglaise abrégée ainsi qu'une traduction en anglais des titres des figures et tableaux. L'article doit être complet : type de manuscrit, titres anglais et français, auteur(s) et adresse(s), résumés en anglais et en français (au minimum), version anglaise abrégée (si le texte n'est pas en anglais), mots clés anglais et français, texte, puis remerciements, bibliographie, liste des titres des figures et tableaux puis les figures et tableaux (un(e)/page). Ainsi, pour la soumission du manuscrit, les illustrations seront intégrées au document et non envoyées séparément.

Le texte des articles de recherche doit comporter quatre parties non numérotées : introduction, méthodes, résultats, discussion. Les sous-titres ne sont pas numérotés. Par exemple :

Introduction  
Méthodes  
Site d'étude  
Plan expérimental  
Analyses des données  
Résultats  
Discussion

L'emploi de mots soulignés est à proscrire. Les noms d'auteurs cités figureront en minuscules dans le texte comme dans la bibliographie. En français, n'utilisez les majuscules que pour les noms propres, sauf exception justifiée. Les ponctuations doubles ( ; ; ! ) sont précédées d'un espace, contrairement aux ponctuations simples ( , . ). En revanche, toutes les ponctuations sont suivies d'un espace. La mise en forme définitive du texte sera assurée par la revue.

### PREMIÈRE PAGE

La première page contient :

- 1) le type de manuscrit visé (article de recherche, communication courte, etc.) ;
- 2) le titre de l'article ;
- 3) le nom et prénom des auteurs ;
- 4) l'adresse de chaque auteur sera indiquée avec le courriel de l'auteur pour la correspondance. Dans le cas où la publication est le fait de plusieurs auteurs, il doit être précisé lors du premier envoi la personne à qui doit être retourné l'article après lecture ;
- 5) le nombre total de mots de l'introduction à la bibliographie.

### RÉSUMÉS, MOTS CLÉS ET VERSION ABRÉGÉE

Les résumés doivent comporter 300 mots au maximum et la version abrégée (français si le manuscrit est en anglais et anglais si le manuscrit est en français) 1 000 mots (environ une page). Le nombre de mots clés est limité à six, dans la langue des résumés ; ils ne doivent généralement pas figurer dans le titre.

### BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie regroupera toutes les références citées et elles seules. Les références seront rangées dans l'ordre alphabétique des auteurs et de façon chronologique. Les abréviations internationales des titres des revues doivent être utilisées (ISI Journal Abbreviations Index). Vérifier attentivement le manuscrit pour s'assurer que toutes les références citées dans le texte apparaissent bien en bibliographie et inversement.

#### Article

Andow D.A., Karieva P., Levin S.A. & Okubo A., 1990. Spread of invading organisms. *J. Ecol.* 4: 177-188.

#### Ouvrage

Harper J.L., 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London, 300 p.

#### Chapitre d'ouvrage

May R.M., 1989. Levels of organisation in ecology. In: Cherret J.M. (ed.), *Ecological concepts*. Blackwell Scientific Public, Oxford: 339-363.

#### Acte de conférence

Grootaert P., 1984. Biodiversity in insects, speciation and behaviour in Diptera. In: Hoffmann M. & Van der Veken P. (eds.), *Proceedings of the symposium on "Biodiversity: study, exploration, conservation"*. Ghent, 18 November 1992: 121-141.

#### Rapport et thèse

Jaouadi W., 2011. *Écologie et dynamique de régénération de l'Acacia tortilis (Forsk.) Hayne subsp. raddiana (Savi) Brenan var. raddiana dans le parc national de Bouhedma (Tunisie)*. Thèse de doctorat de l'Institut national agronomique de Tunisie, 180 p.

### CITATIONS ET RENVOIS APPELÉS DANS LE TEXTE

Les mots « figures » et « tableaux » annoncés dans le texte sont écrits en toutes lettres et en minuscules. Indiquer le nom d'auteur et l'année de publication (mais indiquer tous les auteurs dans la bibliographie). Exemples : "Since Dupont (1962) has shown that...", or "This is in agreement with previous results (Durand et al. 1990; Dupond & Dupont 1997) ...". Le numéro de page de la citation n'est mentionné que dans le cas où elle est entre guillemets. Si la publication est écrite par plus de deux auteurs, le nom du premier doit être suivi par *et al.*

### ABRÉVIATIONS, NOMENCLATURE ET MOTS LATINS

L'usage d'un acronyme ou d'une abréviation technique doit être précédé de sa signification lors de sa première apparition. Les codes de nomenclature doivent être respectés selon les conventions internationales. Les mots latins doivent être mis en italiques (*et al.*, *a priori*, etc.), et en particulier les noms de plantes ou d'animaux. Lors de la première apparition du nom d'une espèce, il est demandé d'y faire figurer le nom d'auteur (exemple : *Olea europaea* L.).

### FIGURES ET TABLEAUX

Pour la soumission du manuscrit, les illustrations seront intégrées au document, à la suite des références bibliographiques (voir la partie « Texte »). Une fois l'article accepté, les illustrations doivent être envoyées séparément du texte, prêtes à l'impression (résolution 300 dpi). Tous les documents devant être insérés doivent être annoncés dans le texte, numérotés dans l'ordre d'apparition et légendés.

### TIRÉS À PART

Il n'est plus fourni de tirés à part mais un pdf par article.

## ABONNEMENT

(contact : [ecologia@naturalia-publications.com](mailto:ecologia@naturalia-publications.com))

1 an = 2 numéros

	Abonnement	Frais de port	Total
France	60 €	6 €	66 €
Europe	60 €	12 €	72 €
Monde	60 €	16 €	76 €

Abonnement à adresser à :

SARL Transfaire  
Avenue Maréchal Leclerc  
F-04250 TURRIERS

Code banque	Code guichet	numéro de compte	clé RIB
19106	00839	13995626000	62
Domiciliation : CA SISTERON			
IBAN : FR76 1910 6008 3913 9956 2600 062			
BIC : AGRIFRPP891			

# Reconstruction of Mediterranean flora, vegetation and climate for the last 23 million years based on an extensive pollen dataset

Jean-Pierre SUC<sup>1\*</sup>, Speranta-Maria POPESCU<sup>2</sup>, Séverine FAUQUETTE<sup>3</sup>,  
Mostefa BESSEDIK<sup>4</sup>, Gonzalo JIMÉNEZ-MORENO<sup>5</sup>, Naima BACHIRI TAOUFIQ<sup>6</sup>,  
Zhuo ZHENG<sup>7</sup>, Frédéric MÉDAIL<sup>8</sup>, Stefan KLOTZ<sup>9</sup>

1. Sorbonne Universités, UPMC Univ. Paris 06, CNRS, Institut des Sciences de la Terre Paris (iSTeP), 4 place Jussieu, 75005, Paris, France.
2. GeoBioStratData Consulting, 385 route du Mas Rillier, 69140 Rillieux-la-Pape, France.
3. ISEM, CNRS, Univ. Montpellier, IRD, EPHE, Montpellier, France.
4. Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire de Paléontologie stratigraphique et Paléoenvironnement, BP 1015, El M'Naouer, Oran, Algeria.
5. Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, Fuente Nueva S/N, 18002 Granada, Spain.
6. University Hassan II-Mohammedia, Faculty of Sciences Ben M'Sik, Casablanca, Morocco.
7. Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China.
8. Aix-Marseille Université, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE. Technopôle de l'Arbois-Méditerranée, BP 80, F-13545 Aix-en-Provence cedex 4, France.
9. Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen, Sigwartstrasse 10, 72070 Tübingen, Germany.

\* Corresponding author: jeanpierre.suc@gmail.com

## Abstract

*In the last 46 years extensive effort has been devoted to the botanical identification of pollen grains from Neogene deposits. This robust approach is the only reliable way to reconstruct past flora and vegetation from pollen archives, additionally allowing fruitful comparisons with plant macroremains. Rich peri-Mediterranean fossil pollen data provide a comprehensive history of plant ecosystems during the last 23 million years. Successive disappearance of thermophilous-hygrophilous taxa has occurred. Severe changes affected the North Mediterranean vegetation which varied from prevalent forests to dominant open environments. Avicennia mangrove progressively perished from North to South and was replaced by Glyptostrobus swamps which*

*in turn disappeared too in a diachronous way. Subtropical evergreen forests left room for Mediterranean sclerophyllous communities, and finally to Artemisia steppes which alternated with mesophilous forests during glacial-interglacial cycles. The South Mediterranean plant ecosystems contrasted with open subdesertic associations where Avicennia persisted up to the early Pliocene before the steppes invaded the lowlands. Neogene climate changes benefited the Mediterranean sclerophyllous plants that were already present in the early Miocene. Their subsequent fluctuations relate not only to temperature variations but maybe also to phases with high instability in seasonality and low variability in warmth. When present, Microtropis fallax is a serious candidate for identifying the primary Mediterranean sclerophyllous assemblages. Interpretation and climate quantification of the pollen data show a well-marked latitudinal contrast in the Mediterranean area both in temperature and humidity/dryness. The thermic latitudinal gradient is characterized*

---

**Keywords:** palynology and botany, history of taxa and plant ecosystems, climate quantifications.