

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/375755469>

Phytoécologie, dynamique et reconstitution pollinique de deux mares tourbeuses (Aoural et Ain Salhat) de la petite Kabylie orientale: cas du bassin versant d'Oued Zhor (Nord-Est al...

Article in *Flora Mediterranea* · November 2023

DOI: 10.7320/FIMedit33.193

CITATION

1

READS

305

7 authors, including:



Leïla Touati

Mohamed-Cherif Messaadia University

2 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



mohamed amine Aiche

Abbès Laghrour University of Khenchela

8 PUBLICATIONS 42 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Hamel Tarek

Badji Moktar-Annaba University

92 PUBLICATIONS 427 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mohamed Benslama

Badji Moktar-Annaba University

27 PUBLICATIONS 212 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

B. Ali Tatar, L. Touati, T. Hamel, E. Mechentel, B. Badouna & M. Benslama

Phytoécologie, dynamique et reconstitution pollinique de deux mares tourbeuses (Aoural et Ain Salhat) de la petite Kabylie orientale: cas du bassin versant d'Oued Zhor (Nord-Est algérien)

Abstract

Ali Tatar, B., Touati, L., Hamel, T., Mechentel, E., Badouna, B. & Benslama, M.: Phytoécologie, dynamique et reconstitution pollinique de deux mares tourbeuses (Aoural et Ain Salhat) de la petite Kabylie orientale: cas du bassin versant d'Oued Zhor (Nord-Est algérien). — Fl. Medit. 33: 193-213. 2023. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

Phytoecology, dynamics and pollen reconstitution of two raised bogs (Aoural and Ain Salhat) of little eastern Kabylia: case of the Oued Zhor watershed (North-East Algeria). — Two raised bogs, Aoural and Ain Salhat, located in the region of the little Kabylia (North East of Algeria), were reviewed in both floristic inventories and pollen analyses during six years (2016-2022). The floristic study has revealed the existence of 174 taxa, 119 for the Aoural pond and 109 for the Ain Salhat one. Analysis of surface sediments pollen from the two ponds allowed us to identify 52 pollen taxa. In Ain Salhat pond, tree taxa dominate this assemblage, reaching a rate of 47.4%, followed by herbaceous ones with 24.5%, shrubby taxa with 24.4% and finally undetermined taxa with 3.7%, this is due to the position of the pond which is situated in a wooded forest environment. On the other hand, in Aoural's pond, herbaceous taxa dominate spectra with 37%, followed by trees ones which account for 36%, shrubs (23.4%) and finally undetermined taxa with at around 3.6%.

The contribution of pollen analysis to the knowledge of the current flora of the two studied ponds is of 58%. In total, 186 species have been identified using these two methods, of which 12 species have only been observed in the pollen spectrum. Floristic study and pollen analysis are therefore two complementary methods of study.

Key words: Eastern Kabylia (North-eastern Algeria), peaty ponds, surface pollen, indicator taxa.

Introduction

Les mares temporaires du pourtour méditerranéen, qui abritent un patrimoine naturel remarquable, représentent un élément majeur des "points chauds" de biodiversité de la région (Médail & Quézel 1997; Médail & al. 2004). En raison de leur caractère éphémère et de leur petite taille, ces milieux fragiles et vulnérables régressent rapidement sous l'influence des activités humaines (drainage, aménagement agricole, pâturage, pollution) (Rhazi & al. 2001; Grillas & al. 2004; Allem & al. 2017). C'est à leur niveau qu'a été rapporté le plus grand nombre de raréfactions voire de disparitions (Faurel 1959; Quézel & Zevaco 1964). Une des limites à l'implémentation de mesures conservatoires sur le long terme est le manque de connaissance sur les dynamiques passées et sur les capacités de

résilience de ces milieux (Froyd & Willis 2008; Daoud-Bouattour & al. 2011). Toutefois, les études paléoécologiques, généralement mises en œuvre pour révéler les phénomènes climatiques ou anthropiques impliqués dans l'évolution de la végétation, permettent également d'évaluer la paléo-richesse végétale qui peut être considérée comme une première approximation de la paléo-biodiversité (Odgaard 1999).

Le Nord-Est algérien recèle en son sein un important et vaste éco-complexe de zones humides. Il fait partie d'un point chaud de biodiversité, récemment reconnu au sein de l'ensemble méditerranéen (Véla & Benhouhou 2007). La petite Kabylie « K₂ » au sens de la subdivision biogéographique proposée par Quézel & Santa (1962) est riche en mares temporaires répondant aux critères Ramsar (Grillas & al. 2004). Sa flore hygrophile a fait l'objet de très peu de travaux et synthèses récents (de Bélair & Samraoui 2000; Bouldjedri & al. 2011; Benhassine-Gherzouli 2013) qui ont mis en évidence leur intérêt et leur originalité, tant biogéographique qu'écologique. En revanche, aucune étude ne révèle l'histoire paléobotanique dans cette région (cf. Benslama & al. 2010).

Les premiers résultats obtenus dans ce travail ont permis d'actualiser l'inventaire floristique du bassin versant d'Oued Zhor (Nord-Est algérien) dans deux mares tourbeuses (Aoural et Ain Salhat) et de reconstituer les dépôts polliniques représentatifs de la végétation actuelle dans ces deux mares.

Matériel et Méthodes

Région d'étude

Le bassin versant d'Oued Zhor est situé à l'Est de l'Algérie, dans la partie occidentale de la région de Skikda entre les latitudes 36°53' et 36°60'N et les longitudes 6°18' et 6°26'E (Fig. 1). Il est limité au Nord par la mer méditerranéenne, au Sud par les wilayas de Mila, Constantine et Guelma, par la wilaya d'Annaba à l'Est et par la wilaya de Jijel à l'Ouest (Bounouara 2018). La mare Oued Zhor est localisée dans une petite plaine sublit-torale à proximité de l'Oued Zhor, d'une superficie variable (50–200 m²), peu profonde (50 cm) et de basse altitude (2–3 m). La végétation est de type aulnaie-ormaise-saussaie à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Ulmus minor* Mill. et *Salix pedicellata* Desf. (Bouldjedri & al. 2011). Tandis, la mare Ain Salhat est localisée à 610 m d'altitude dans la forêt de Laouinet dans le canton d'Ouled Atia, elle est d'une surface restreinte (20–40 m²), d'à peine 5 m de diamètre. La végétation de cette mare est de type aulnaie-chênaie à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Quercus suber* L. et *Q. canariensis* Willd (Bensettiti & Lacoste 1999).

La pluviométrie annuelle de la région est de l'ordre de 1002 mm par an à Collo, 1038 mm à Cap Bougaroun (incluant: la mare Aoural) et 1773 mm à Bessombourg (incluant: la mare Ain Salhat) (Seltzer & al. 1946). Les bioclimats sont essentiellement humides à perhumides, chauds et tempérés, et la période sèche n'excède pas 3–4 mois (Chaumont & Paquin 1971). Sur le plan géomorphologique, le bassin versant d'Oued Zhor est délimité par des chaînes montagneuses essentiellement formées de terrains métamorphiques, recouvertes de lambeaux argilo-gréseux d'âge oligo-miocène et traversées par des roches éruptives d'âge miocène (Marre 1992). Le relief est marqué par des montagnes accidentées d'où le point culminant est le Djebel El Goufi (1181 m), entrecoupées par une plaine côtière d'Oued Zhor qui se caractérise par des dépôts alluviaux d'argiles, de limons et de sables du Quaternaire (Chouit 2015).

Méthodologie

Etude floristique

L'inventaire botanique des deux mares étudiées a été réalisé durant six années consécutives (2016-2022). L'ensemble de la zone d'étude a été parcouru autant que possible, avec une prospection de chaque habitat durant trois périodes par an (février-mars, avril-mai et juin-juillet), de chaque année de la période d'étude. Des quadrats appliqués sur des transects varient en fonction de la surface de chacune des deux mares étudiées. Les espèces,

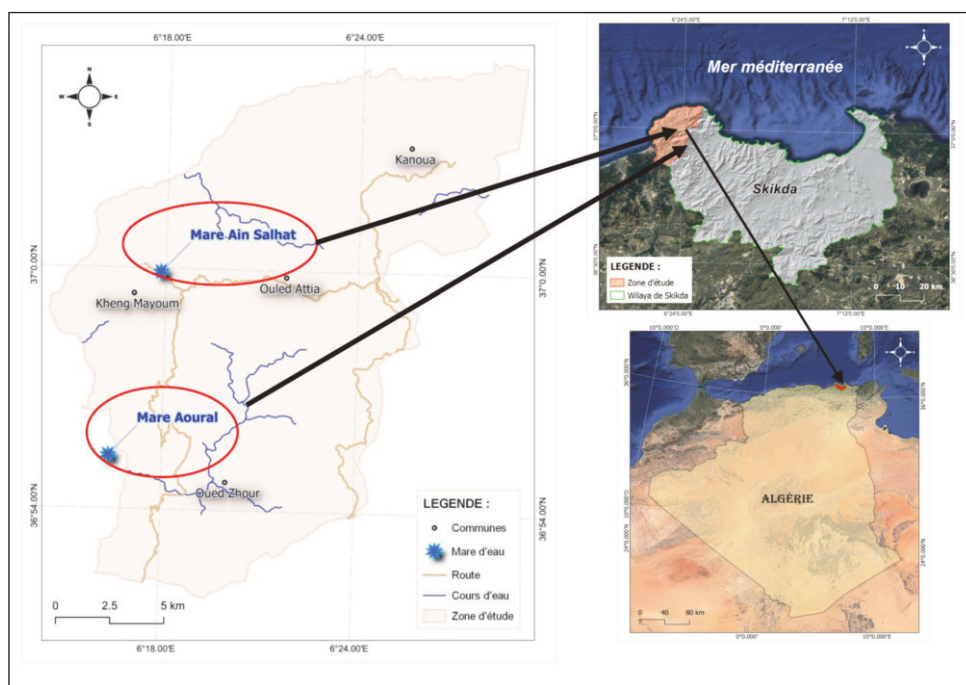


Fig.1. Localisation de la zone d'étude.

qu'elles soient en fleurs, en fruits ou en graines, sont photographiées et des échantillons sont récoltés de manière provisoire pour identification.

L'identification s'est faite en plusieurs étapes: tout d'abord en se référant à la flore d'Algérie de Quézel & Santa (1963-1963), complétée par la flore d'Afrique du Nord de René Maire (1952-1987) pour les espèces qui sont parues; ensuite la plupart des identifications ont été vérifiées, complétées et actualisées en consultant la flore d'Italie (Pignatti 1982) et celle d'Andalousie orientale (Blanca & al. 2009).

La nomenclature est ajustée selon l'index synonymique de Dobignard & Chatelain (2010-2013) et sa version actualisée en ligne (APD 2023). Les espèces recensées ont

été renseignées par leur type biogéographique (Pignatti 1982; Blanca & al. 2009; Dobignard & Chatelain 2010-2013) et leur type biologique (Raunkier 1934; Pignatti 1982; Blanca & al. 2009; Tison & de Foucault 2014). La rareté des taxons est référée selon la flore de Quézel & Santa (1962-1963) et nos observations sur le terrain.

Analyse pollinique

L'étude pollinique a permis de prélever quatre échantillons de sédiment de surface le long d'un transect diagonal traversant d'Est en Ouest la mare d'Aoural. La distance séparant chaque échantillon est de 50 mètres. Tandis, un seul échantillon a été prélevé en milieu de la mare d'Ain Salhat en raison de sa petite surface. Le choix des mares d'échantillonnage a été effectué sur la base des caractéristiques stationnelles et régionales, particulièrement le degré de saturation de l'eau.

L'extraction pollinique a été réalisée sur des volumes de 1cm³ pour tous les échantillons selon la méthode de Faegri & Iversen (1989). Elle est basée sur une série de traitements avec : NaOH (20%), HF (70%), HCl (10%), CH₃COOH, acétolyse et enfin conservation du matériel pollinique dans la glycérine. Les comptages ont été effectués sous microscope optique OPTIKA (X 400) et l'identification a été réalisée par l'utilisation d'une clé d'identification de la collection de l'atlas de référence des pollens et spores (Reille 1992-1998; Beug 2004). Les données de l'analyse pollinique ont été présentées sous forme d'un diagramme pollinique qui a été construit à l'aide du logiciel C2 version 1.7.7.

Résultats

Diversité floristique

Un total de 174 espèces de plantes vasculaires appartenant à 143 genres et 73 familles ont été identifiées dans les deux mares étudiées, à savoir 119 pour la mare Aoural et 109 pour la mare Ain Salhat (Tab. 1). La famille des *Fabaceae* était la plus importante en termes de nombre d'espèces et a constitué 8,04% des plantes identifiées (14 espèces), suivie par les *Poaceae* avec 6,9% (12 espèces), les *Asteraceae* avec 6,3% (11 espèces) et les *Lamiaceae* avec 4,6 % soit 8 espèces. Ces quatre familles représentent à elles seules plus d'un quart de la flore étudiée. S'ajoutant à ces dernières, les *Cyperaceae* (7 espèces, soit 4%), les *Apiaceae* et les *Rubiaceae* (6 espèces, soit 3,5% pour chacun), les *Ranunculaceae*, les *Rosaceae* et les *Plantaginaceae* (5 espèces, soit 2,9% pour chacun) étaient moyennement représentées. Le reste des familles étaient le plus souvent monospécifique ou bien bispécifique.

Diversité biologique

Les thérophytes ont été nettement le type biologique le plus abondant, représenté par 57 espèces, ce qui constitue 32,75% de l'ensemble des taxons répertoriés, viennent ensuite les hémicryptophytes (47 taxons), les phanérophytes (34 taxons), les géophytes (21 taxons), les chamaephytes (9 taxons), les hydrophytes (5 taxons) et enfin les héliophytes (1 taxon).

Ce cortège est selon les systèmes, mêlé d'espèces transgressives de différents milieux plus ou moins ouverts et hydrophiles :

Tableau 1. Liste de la flore actuelle et pollinique de deux mares étudiées (mare Aoural et Ain Salhat) [Taxonomie selon APD (2023), protection nationale selon JORA (2012) /évaluation selon l’UICN (2023)].

Taxon	Famille	Type biogéo	Type biol	Mare Aoural	Mare Ain Salhat	Trace pollinique		Rareté en Algérie	JORA 2012	UICN 2023
						Mare Aoural	Mare Ain Salhat			
<i>Acacia karroo</i> Hayne	Fabaceae	Intr	Ph	X		<i>Acacia</i>				
<i>Acanthus mollis</i> L.	Acanthaceae	Méd	Hém		X					
<i>Achyranthes scula</i> (L.) All.	Amaranthaceae	Trop	Ch	X						
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	Alismataceae	Paléotemp	Hém	X	X					
<i>Allium triquetrum</i> L.	Aliiaceae	Méd-atl	Géo		X					
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Benulaceae	Eury-méd	Ph	X	X	<i>A.cf. glutinosa</i>	<i>A. cf. glutinosa</i>			
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex DC.	Amaranthaceae	Trop	Hyd		X			RR		
<i>Anmi visnaga</i> (L.) Lam	Apiaceae	Méd	Th	X						
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T. Durand & Schinz	Poaceae	Eury-méd	Hém	X	X					
<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski	Poaceae	Méd	Th	X						
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link	Pteridaceae	Subcosm	Th		X					
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	Méd-Atl	Ph		X	<i>A. cf. unedo</i>	<i>A. cf. unedo</i>			
<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>hastatum</i> (Pomel) Dobignard	Araceae	Eury-méd	Géo	X	X					
<i>Aristolochia paucinervis</i> Pomel	Aristolochiaceae	Subend Tyrrhénien	Géo	X				R		
<i>Arum italicum</i> Mill.	Araceae	Méd	Géo	X	X					
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Subcosm	Géo	X						
<i>Asperula laevigata</i> L.	Rubiaceae	Eury-méd	Hém	X	X					
<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	Xanthorrhoeaceae	Méd	Géo	X		<i>A. cf. ramosus</i>	<i>A. cf. ramosus</i>			
<i>Asplenium onopteris</i> L.	Aspleniaceae	Eury-méd	Hém		X	<i>Asplenium</i> sp.				
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Woodsiaceae	Holar	Hém		X					
<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	Asteraceae	Méd	Th	X	X					
<i>Bellis prostrata</i> Pomel	Asteraceae	End Alg Tun Mar	Th		X			RR	P	NT
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	Asteraceae	Intr	Th	X						
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>grandiflora</i> (Viv.) Maire	Gentianaceae	Méd	Th		X					
<i>Bolboschoenus glaucus</i> (Lam.) S.G. Smith	Cyperaceae	Eurosibérien	Géo		X					
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Méd	Th	X	X					
<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O.E. Schulz	Brassicaceae	End Alg-Tun	Hém	X		<i>Brassica</i> sp.	<i>Brassica</i> sp.			
<i>Briza maxima</i> L.	Poaceae	Méd	Th	X						

Tableau 1. continue.

<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	Poaceae	Méd	Th	X					
<i>Lamium flexuosum</i> Ten.	Lamiaceae	Méd	Hém		X		Lamiaceae	Lamiaceae	
<i>Laurus nobilis</i> L.	Lauraceae	Méd	Ph			X			
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae	Méd	Ch	X					
<i>Lemna minor</i> L.	Lemnaceae	Méd	Hyd	X		X			
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Asteraceae	Méd	Hém			X			
<i>Linaria pinifolia</i> (Poir.) Thell.	Plantaginaceae	End Alg-Tun	Ch	X					R
<i>Linaria reflexa</i> (L.) Chaz.	Plantaginaceae	Méd	Th		X				
<i>Linum bienne</i> Mill.	Linaceae	Méd-Atl	Th			X			
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Brassicaceae	Circum-méd	Ch	X					
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>presiti</i> (Ten.) P. Fourn.	Fabaceae	Méd	Hém	X	X				
<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) B. Bock	Primulaceae	Subcosm	Th	X		X			
<i>Lythrum junceum</i> Banks & Sol.	Lythraceae	Méd	Géo	X					
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Paléotemp	Hém	X			Malvaceae		
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	Fabaceae	Eury-méd	Th	X					
<i>Medicago murex</i> Willd.	Fabaceae	Méd	Th	X					
<i>Mentha aquatica</i> L.	Lamiaceae	Subcosm	Hém	X					
<i>Mentha pulegium</i> L. subsp. <i>pulegium</i>	Lamiaceae	Eury-méd	Hém	X	X				
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh subsp. <i>suaveolens</i>	Lamiaceae	Eury-méd	Hém	X	X		Mentha-type	Mentha-type	
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel subsp. <i>ramosissima</i>	Boraginaceae	Euras	Th	X					
<i>Myriophyllum alternifolium</i> DC.	Haloragaceae	Méd- atl	Hyd	X					R
<i>Myrtus communis</i> L.	Myrtaceae	Méd	Ph	X		X	M.cf. communis	M. cf. communis	
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Méd	Ph			X		N. cf. oleander	
<i>Oenanthe virgata</i> Poir.	Apiaceae	End Alg-Tun-Mar	Hém	X					
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactaceae	Cult	Ph			X			
<i>Osmunda regalis</i> L.	Osmundaceae	Subcosm	Hém			X	O. regalis		
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	Cosm	Géo			X			
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Intr	Géo	X		X			
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Poaceae	Méd	Th	X					
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Oleaceae	Méd	Ph	X	X		P. cf. latifolia	P. cf. latifolia	

Tableau 1. continue.

<i>Scalymus hispanicus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Méd	Hém	X				
<i>Sedum cepaea</i> L.	<i>Crassulaceae</i>	Eury-méd	Th		X			
<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Spring	<i>Selaginellaceae</i>	Méd	Ch		X			
<i>Sierardia arvensis</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	Eury-méd	Th	X	X			
<i>Silene gallica</i> L.	<i>Caryophyllaceae</i>	Subcosm	Th	X	X		<i>Silene</i> sp.	
<i>Silene laeta</i> (Aiton) Godr.	<i>Caryophyllaceae</i>	Circum-méd	Géo	X				
<i>Smilax aspera</i> L.	<i>Smilacaceae</i>	Circum-méd	Ph		X			
<i>Smyrniolum olusatrum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Méd- atl	Hém		X			
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Cosm	Th	X	X			
<i>Sporangium erectum</i> L. subsp. <i>Erectum</i>	<i>Typhaceae</i>	Euras	Géo	X				R
<i>Stachys marubifolia</i> Viv.	<i>Lamiaceae</i>	Subend	Th	X				
<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	<i>Lamiaceae</i>	Méd	Th	X				
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Caryophyllaceae</i>	Subcosm	Th		X			
<i>Tetragonolobus biflorus</i> (Desr.) DC.	<i>Fabaceae</i>	Méd	Th	X				
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	<i>Fabaceae</i>	Méd	Th	X				
<i>Trifolium arvense</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Paléotemp	Th	X				
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	<i>Fabaceae</i>	Paléotemp	Th	X	X			
<i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Paléotemp	Hém	X				
<i>Typha domingensis</i> Pers.	<i>Typhaceae</i>	Subcosm	Hém	X				
<i>Ulmus minor</i> Mill.	<i>Ulmaceae</i>	Eury-méd	Ph	X		<i>U. cf. minor</i>		
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	<i>Crassulaceae</i>	Méd- atl	Géo	X	X			
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	<i>Scrophulariaceae</i>	Circum-méd	Hém		X			
<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	<i>Plantaginaceae</i>	Circum-méd	Th		X			
<i>Viburnum tinus</i> L.	<i>Caprifoliaceae</i>	Méd	Ph		X			
<i>Vicia altissima</i> Desf.	<i>Fabaceae</i>	Méd	Hém	X	X			
<i>Viola riviniana</i> Rchb.	<i>Violaceae</i>	Eury-méd	Hém		X			R
Taxons polliniques non enregistrés dans la flore actuelle								
Mare Aoural	<i>Apiaceae, Artemisia, Asteraceae, Cucurbitaceae, Ephedra</i> -type, <i>Hyacinthaceae, Olea, Pinus</i> sp., <i>Populus</i> sp., <i>Retama</i> sp., <i>Tamarix cf. gallica</i> L..							
Mare Ain Salhat	<i>Apiaceae, Asteraceae, Crataegus</i> -type, <i>Encalyptus</i> sp., <i>Hyacinthaceae, Olea, Pinus</i> sp., <i>Solanaceae</i> .							

BioGéo: Biogéographique, Bio: Biologique, End: endémique, Alg: Algérie, Tun: Tunisie, Mar: Maroc, Itl: Italie, Esp: Espagne, Intr: introduit, Méd: méditerranéen, Atl: atlantique, Trop: tropical, Paléotemp: paléotempéré, Cosm: cosmopolite, Holar: holarctique, Euras: eurasien, Cult: cultivé, Th: thérophyte, Hém: hémicryptophyte, Ch: chaméphyte, Géo: géophyte, Ph: phanérophyte, Héli: héliophyte, Hyd: hydrophyte, X: présence, AR: assez rare, R: rare, RR: très rare, NT: Quasi menacée, P: protégé.

- des espèces forestières, comme *Quercus canariensis* Willd., *Quercus suber* L., *Ulmus minor* Mill., *Acanthus mollis* L., *Viburnum tinus* L., *Hypericum androsaemum* L., *Polystichum setiferum* (Forssk.) T. Moore ex Woy. et *Viola riviniana* Rchb.

- des espèces hydrophytiques, comme *Lemna minor* L., *Myriophyllum alternifolium* DC. et *Callitriche obtusangula* Le Gall., ce dernier taxon présente un important recouvrement dans la mare Aoural.

- des espèces hygrophytiques, comme *Alisma lanceolatum* With., *Lythrum junceum* Banks & Sol., *Mentha suaveolens* Ehrh subsp. *suaveolens*, *Schoenus nigricans* L., *Sparganium erectum* L. subsp. *erectum*, *Mentha pulegium* L. et *Bolboschoenus glaucus* (Lam.) S.G. Smith

- des espèces de pelouses, qui comprennent à la fois les espèces amphibies de mare temporaire (*Cyperus rotundus* L. subsp. *rotundus*, *Silene laeta* (Aiton) Godr., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha domingensis* Pers. et *Iris pseudacorus* L.) et les espèces de pelouses thérophytiques (*Ranunculus muricatus* L., *Isoetes histrix* Durieu ex Bory, *Juncus bufonius* L., *Plantago lanceolata* L., *Polygonum aviculare* L., *Silene gallica* L. et *Geranium dissectum* L.).

Diversité biogéographique

Les espèces recensées appartiennent à plusieurs ensembles chorologiques :

- Ensemble méditerranéen : cet ensemble domine avec 105 espèces, soit 60,3 % de la flore répertoriée, dont 67 pour l'élément de liaison méditerranéen (*sensu stricto*), 23 pour l'élément de liaison eury-méditerranéen et 15 pour l'élément de liaison méditerranéen atlantique. Dans cet ensemble, les familles les plus riches sont celles qui sont les mieux représentées dans la flore étudiée. La famille des *Fabaceae* compte 9 espèces, celles des *Poaceae* (7 espèces), des *Asteraceae* et des *Lamiaceae* avec 6 espèces pour chacune. D'autres familles possèdent 4 voire 1 espèce.

- Ensemble à large répartition : cet ensemble regroupe 25 espèces, soit 14,4% de la flore étudiée. Il est représenté par 22 espèces cosmopolites (incluant les subcosmopolites) réparties en 16 familles et trois espèces d'origine tropicale (*Achyranthes sicula* (L.) All., *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. et *Cyperus rotundus* L. subsp. *rotundus*).

- Ensemble nordique : ces espèces représentent 14,4 % de la flore étudiée (25 espèces). L'élément paléotempéré est représenté par 11 espèces, suivi par l'élément eurasien avec 9 espèces, l'élément boréal et l'élément holarctique par 2 espèces pour chacun, l'élément eurosibérien n'est représenté que par une seule espèce.

- Ensemble d'espèces introduites : cet ensemble est représenté par 5 espèces dont une espèce cultivée (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

- Ensemble endémique : 15 espèces représentent cet ensemble soit 8,6 % de la flore inventoriée. Dix familles présentent des taxons endémiques dont la famille des *Asteraceae* est la plus diversifiée avec 3 espèces.

Taxons patrimoniaux

La flore rare de la région d'étude compte vingt espèces (*sensu* Quézel & Santa 1962-1963), parmi lesquelles, 2 se retrouvent sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) avec différents statuts : Quasi menacée pour *Bellis prostrata* Pomel et *Juncus heterophyllus* L. M. Dufour (Tab. 1).

En ce qui concerne les catégories d'endémisme, les deux mares échantillonnées recèlent 15 endémiques ou subendémiques. Ce sont surtout des endémiques algéro-tunisiens (6 taxons) ou algéro-tuniso-marocains (4 taxons). Les espèces rares n'ont pas toujours la même valeur patrimoniale. Certaines d'entre elles sont à la fois endémiques et rares, comme (*Aristolochia paucinervis* Pomel, *Daucus virgatus* (Poir.) Maire, *Linaria pinifolia* (Poir.) Thell. et *Stachys marrubiiifolia* Viv.). Cette relation entre la rareté et l'endémisme est remarquable dans la flore étudiée. Environ de la moitié des taxons endémiques au sens large, sont rares. Sept taxons endémiques largement distribués sur le territoire national sont notés dans notre liste (ex. *Drimia numidica* (Jord. & Fourr.) J.C. Manning & Goldblatt, *Genista ferox* (Poir.) Dum. Cour. subsp. *ferox* et *Plagius maghrebinus* Vogt & Greuter).

En outre, deux espèces sont protégées selon la législation algérienne (Décret exécutif n°12/03 du 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées qui en comporte 449): *Bellis prostrata* Pomel et *Cyclamen africanum* Boiss. & Reut.

Typologie et diversité pollinique

Les données polliniques prélevées sur les cinq profils de surface dans la région d'Oued Zhor, nous ont permis de dégager trois principales communautés (Fig. 2) :

- La communauté des arbres méso-hygrophiles est organisée autour des fruticées ouvertes dominées par des phanérophytes comme *Quercus* cf. *canariensis*, *Castanea sativa*, *Celtis australis*, *Fraxinus*, *Salix* et *Ulmus* cf. *minor*.

- La communauté des arbustives méso-hygrophiles est organisée selon un gradient depuis des espèces héliophytiques comme (*Crataegus*-type, *Phillyrea* cf. *latifolia*, *Erica*-type, *Arbutus* cf. *unedo*, *Myrtus* cf. *communis* et *Pistacia lentiscus*) jusqu'à des arbustes hydrophiles comme (*Nerium* cf. *oleander* et *Tamarix* cf. *gallica*).

- La communauté des herbacées méso-hygrophiles qui comprennent à la fois les espèces amphibies de mare temporaire (*Callitriche obtusangula*, *Mentha*-type, *Juncus*-type et *Iris*-type) et des espèces de pelouses thérophytiques (*Asphodelus* cf. *ramosus*, *Plantago*-type, *Polygonum*-type, *Ranunculus*-type et *Rumex*-type).

Les spectres polliniques de surface des deux mares montrent une bonne conservation du signal et une flore pollinique diversifiée englobant 52 taxons appartenant à 38 familles et qui représente une somme pollinique de l'ordre de 3093 grains de pollen.

Un total de 36 taxons polliniques est enregistré dans la mare Ain Salhat avec une somme pollinique de l'ordre de 652 grains. Les pourcentages des taxons arborés dominant cet assemblage, atteignant un taux de 47,4 %, suivi par les herbacés 24,5%, arbustifs avec 24,4% et enfin les indéterminés avec 3,7% (Tab. 2). Dans ce spectre, le taxon *Alnus* cf. *glutinosa* est le plus dominant avec 22,5% suivi de *Quercus suber* 7,9% et *Pinus* 5,6%, le reste des taxons polliniques arborés (*Quercus* cf. *canariensis*, *Castanea sativa*, *Ulmus* cf. *minor*, *Populus* sp., *Salix* sp. et *Ficus* sp.) est représenté par 8,8% seulement. Dans la strate arbustive, le pollen d'*Erica*-type domine ce spectre avec un taux de 14,5%, suivi de *Phillyrea* et *Cistus*-type avec 4,3%, les autres taxons polliniques sont de l'ordre de <2%. Enfin, dans les herbacées, les *Poaceae*, *Asteraceae* et *Cyperaceae* ont un signal pollinique autour de 11,8%, suivi de *Ranunculus*-type, *Mentha*-type, *Brassicaceae*, *Chenopodium* sp., *Apiaceae* et *Artemisia* avec <2%. Les taxons polliniques *Asphodelus* cf. *ramosus*, *Daphne gnidium*, *Silene*-type ne sont pas présents dans ce spectre alors qu'ils sont très bien

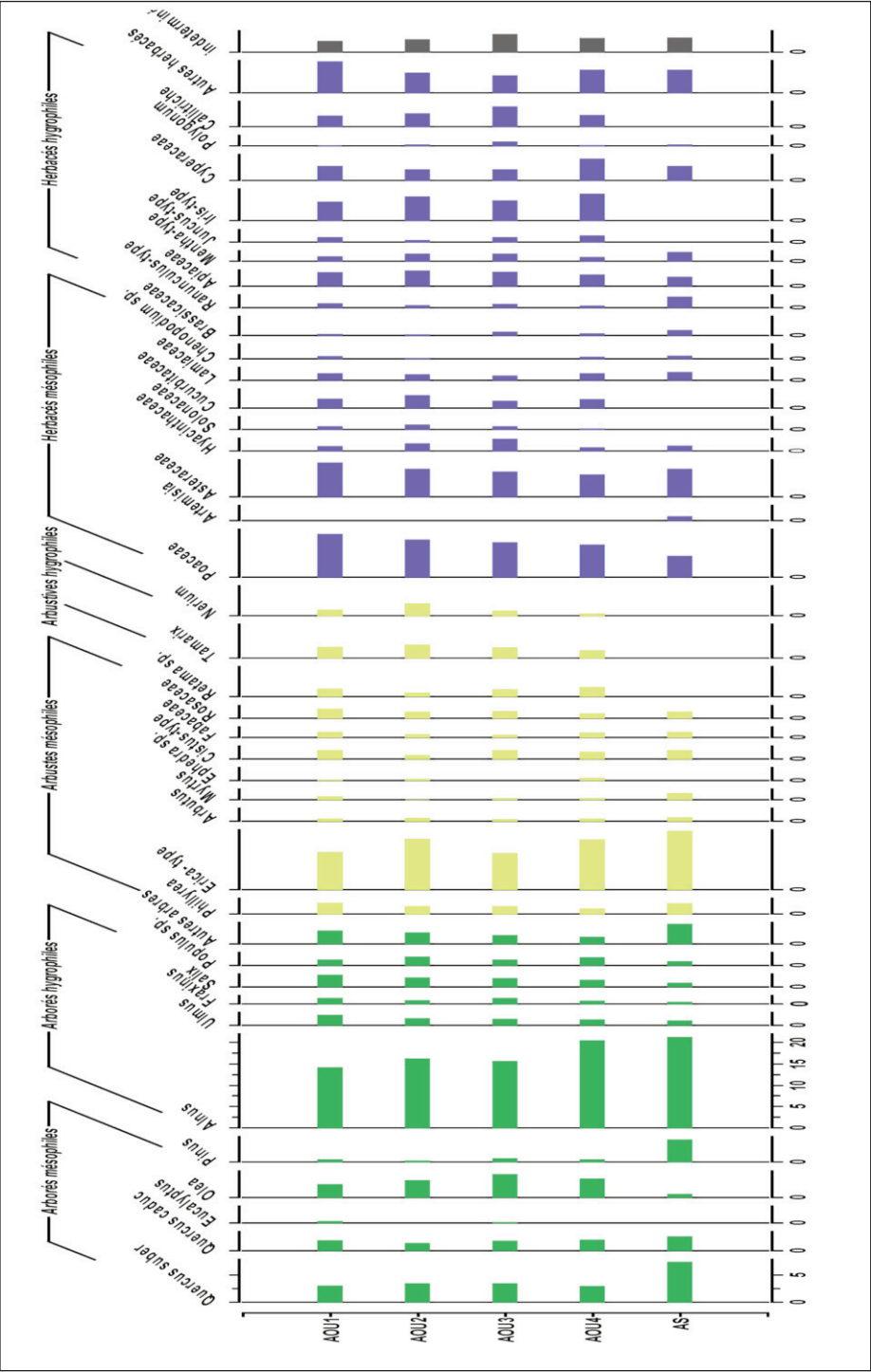


Fig. 2. Diagramme pollinique actuel en pourcentage des deux mares (Aoural et Ain Salhat) dans le bassin versant d'Oued Zhor.

Tableau 2. Les fréquences polliniques dans les cinq prélèvements de la surface des deux mares étudiées.

Pollen /Echantillon	Aoural 1 (Aou1)		Aoural 2 (Aou2)		Aoural 3 (Aou3)		Aoural 4 (Aou4)		Ain Salhat	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
<i>Acacia</i>	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus</i>	105	15,6	120	18,3	98	17,9	130	22,4	147	22,2
<i>Apiaceae</i>	19	2,8	21	3,2	17	3,1	14	2,4	12	1,8
<i>Arbutus</i>	3	0,4	4	0,6	2	0,4	3	0,5	4	0,6
<i>Artemisia</i>	1	0,1	-	-	-	-	-	-	2	0,3
<i>Asphodelus</i>	14	2,1	9	1,4	11	2,0	9	1,5	11	1,7
<i>Asteraceae</i>	34	5,1	28	4,3	21	3,8	19	3,3	26	3,9
<i>Brassicaceae</i>	2	0,3	1	0,2	4	0,7	2	0,3	6	0,9
<i>Callitriche</i>	10	1,5	12	1,8	15	2,7	9	1,5	-	-
<i>Campanulaceae</i>	1	0,1	2	0,3	-	-	1	0,2	2	0,3
<i>Caryophyllaceae</i>	12	1,8	9	1,4	7	1,3	5	0,9	9	1,4
<i>Castanea sativa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	13	2
<i>Celtis australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,9
<i>Chenopodium</i> sp.	3	0,4	1	0,2	-	-	2	0,3	3	0,5
<i>Cistus</i> -type	15	2,2	7	1,1	13	2,4	11	1,9	14	2,1
<i>Crataegus</i> -type	3	0,4	4	0,6	1	0,2	2	0,3	-	-
<i>Cucurbitaceae</i>	11	1,6	15	2,3	7	1,3	9	1,5	-	-
<i>Cyperaceae</i>	25	3,7	19	2,9	16	2,9	32	5,5	23	3,5
<i>Daphne</i>	3	0,4	1	0,2	2	0,4	3	0,5	-	-
<i>Ephedra</i> sp.	1	0,1	2	0,3	-	-	3	0,5	-	-
<i>Erica</i> -type	65	9,7	87	13,2	53	9,7	74	12,7	95	14,3
<i>Eucalyptus</i>	2	0,3	-	-	1	0,2	-	-	-	-
<i>Fabaceae</i>	8	1,2	5	0,8	3	0,5	6	1	7	1,1
<i>Ficus carica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,4
<i>Fraxinus</i>	11	1,6	7	1,1	9	1,6	5	0,9	4	0,6
<i>Indéterminés</i>	19	2,8	22	3,3	26	4,7	21	3,6	24	3,6
<i>Iris</i> -type	22	3,3	28	4,3	20	3,6	27	4,6	-	-
<i>Juncus</i> -type	6	0,9	3	0,5	5	0,9	7	1,2	-	-
<i>Lamiaceae</i>	8	1,2	7	1,1	5	0,9	7	1,2	9	1,4
<i>Hyacinthaceae</i>	6	0,9	9	1,4	12	2,2	4	0,7	6	0,9
<i>Malvaceae</i>	5	0,7	2	0,3	1	0,2	3	0,5	-	-
<i>Mentha</i> -type	7	1	11	1,7	9	1,6	5	0,9	12	1,8
<i>Myrtus</i>	5	0,7	1	0,2	2	0,4	2	0,3	9	1,4
<i>Nerium</i>	3	0,4	6	0,9	2	0,4	1	0,2	-	-
<i>Olea</i>	19	2,8	24	3,7	28	5,1	23	4	5	0,8
<i>Phillyrea</i>	16	2,4	11	1,7	9	1,6	7	1,2	14	2,1
<i>Pinus</i>	5	0,7	3	0,5	6	1,1	4	0,7	37	5,6
<i>Pistacia</i>	19	2,8	16	2,4	12	2,2	9	1,5	5	0,8
<i>Plantago</i> -type	1	0,1	2	0,3	-	-	3	0,5	4	0,6
<i>Poaceae</i>	60	8,9	52	7,9	41	7,5	39	6,7	28	4,2
<i>Polygonum</i>	1	0,1	2	0,3	5	0,9	1	0,2	2	0,3
<i>Populus</i> sp.	7	1	10	1,5	6	1,1	8	1,4	5	0,8
<i>Quercus caduc</i>	12	1,8	9	1,4	10	1,8	11	1,9	16	2,4
<i>Quercus suber</i>	23	3,4	26	4	22	4	19	3,3	52	7,8

Tableau 2. continue.

<i>Ranunculus-type</i>	5	0,7	3	0,5	4	0,7	2	0,3	12	1,8
<i>Retama</i> sp.	4	0,6	2	0,3	3	0,5	4	0,7	-	-
<i>Rosaceae</i>	17	2,5	12	1,8	11	2	8	1,4	11	1,7
<i>Rumex-type</i>	1	0,1	-	-	-	-	2	0,3	4	0,6
<i>Salix</i>	21	3,1	16	2,4	13	2,4	11	1,9	7	1,1
<i>Silene</i>	4	0,6	2	0,3	-	-	1	0,2	-	-
<i>Solanaceae</i>	4	0,6	6	0,9	3	0,5	1	0,2	-	-
<i>Tamarix</i>	5	0,7	6	0,9	4	0,7	3	0,5	-	-
<i>Ulmus</i>	18	2,7	12	1,8	10	1,8	9	1,5	8	1,2

présents dans les relevés de végétation, contrairement au taxon *Artemisia* qui présente un spectre <1%.

Dans la mare Aoural, la somme pollinique est de l'ordre de 2441 grains. Elle est dominée par des herbacées avec 37%, en particulier avec des *Poaceae*, des *Asteraceae*, des *Cyperaceae*, *Apiaceae* et *Iris-type* de l'ordre de 15,1%. Les autres taxons polliniques enregistrés dans cette mare sont de l'ordre <2%. En revanche, les taxons polliniques de la strate arborée et arbustive sont de l'ordre de 36% et 23,4% respectivement, les indéterminés sont à 3,6%. Dans cet assemblage, le pollen d'*Alnus* est le plus dominant avec 18,6%, suivi d'*Erica-type* (11,4%), *Olea* (3,9%), *Quercus suber* (3,6%) et *Pinus* (0,7 %). Les autres essences arborées à savoir *Quercus caduc*, *Castanea sativa*, *Ulmus* cf. *minor*, *Populus* sp. et *Ficus carica* sont de l'ordre de <3%.

Approche écologique de la pluie pollinique actuelle

Les herbacées des prairies humides de la petite Kabylie orientale (*Asteraceae*, *Apiaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae* et *Ranunculaceae*) constituent l'essentiel des spectres de surface (0,7% à 6,4%). Les fréquences notables des *Malvaceae*, *Brassicaceae* et *Campanulaceae* reflètent les groupements xérophiles des bords des deux mares étudiées. Cependant, les taxons polliniques de la famille des *Asteraceae* peuvent aussi refléter en partie les essences xérophiles de la végétation héliophytique à l'exemple des genres *Echinops*, *Glebionis*, *Hyoseris*, *Scolymus* et *Sonchus*. Le niveau de détermination palynologique et l'analyse dans un contexte des mares sub-humide à humide permettent de séparer deux ensembles, hygrophile local et xérophile régional. Des essences forestières sont également enregistrées dans la mare Ain Salhat avec les taxons *Castanea sativa*, *Celtis australis*, *Quercus caduc* et *Quercus suber*.

Toutefois, les résultats obtenus ont également permis de distinguer un cortège diversifié de taxons polliniques terrestres traduisant les activités anthropiques locales, tels qu'*Asphodelus*, *Chenopodium*, *Malva* et *Plantago*. Ces marqueurs polliniques d'anthropisation sont le témoin d'une emprise humaine constante depuis plusieurs années et démontrent une fois de plus la grande valeur d'usage des deux mares pour la population locale.

Les taux de *Ranunculus* sont bien corrélés avec la présence de *Ranunculus macrophyllus*, *R. muricatus* et *R. parviflorus* qui connaissent leur maximum d'extension dans les tourbières d'altitude et de la plaine littorale. Toutefois, le spectre de la mare Ain Salhat est repré-

senté par des essences arborées. La présence de quelques grains de pollen allochtones de bioclimat humide (*Alnus*, *Erica*-type, *Quercus* sp. et *Ulmus minor*) dans les échantillons analysés de la mare Aoural illustre le transport du pollen par les différents agents de transport, notamment les vents qui assurent une dispersion hétérogène des grains de pollen.

Certaines espèces végétales ne figurent pas dans les relevés floristiques et sont bien présentes dans les spectres polliniques, le cas de *Pinus*, *Eucalyptus*, *Acacia*, *Tamarix*, *Artemisia*, *Solanaceae* et *Cucurbitaceae*.

On note l'absence de certains taxons de pollen dans les enregistrements polliniques, bien qu'ils soient signalés dans les inventaires floristiques, le cas des : *Lythraceae*, *Amaranthaceae*, *Araceae*, *Aristolochiaceae*, *Cactaceae*, *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Gentianaceae* et *Hypericaceae*.

Discussion

Composante floristique, biologique et chorologique

La diversité floristique des deux mares étudiées, avec 174 espèces recensées, est la plus élevée pour des mares temporaires du secteur de la petite Kabylie (Benhassine-Gherzouli 2013). Ces espèces constituent un cortège floristique caractéristique des mares temporaires, relativement moyennement riche en comparaison avec le cortège de la Numidie (de Bélair 2005; Allem & al. 2017). Mis à part quelques particularités locales, la typologie de la végétation des mares d'Oued Zhor ne diffère pas du cadre général méditerranéen : communautés herbacées à développement décroissant de la zone inondée vers la zone exondée, sur des broussailles humides et enfin, formations méditerranéennes sclérophylles en fin de succession (Rhazi & al. 2001; Bonnet & al. 2005; Ferchichi-Ben Jamaa & al. 2010; Bouldjedri & al. 2011; Laribi & al. 2016; Fetnaci & al. 2019).

Les thérophytes (57 taxons) composent principalement le spectre biologique autour de la mare Aoural et Ain Salhat. La dominance des espèces annuelles traduit l'adaptation des communautés à l'imprévisibilité des conditions environnementales (Deil 2005; Williams 2006; Megharbi & al. 2016), en favorisant les espèces à cycle court qui investissent plus dans la reproduction sexuée que dans le développement végétatif (Allem & al. 2017; Fetnaci & al. 2019).

L'examen des principaux types chorologiques rencontrés dans les deux mares étudiées confirme la dominance de l'élément méditerranéen, souligné par Quézel (2002) pour l'ensemble des pays de l'Afrique du Nord.

Vingt-huit taxons remarquables (endémiques, rares, protégés ou menacés) d'angiospermes ont été signalés dans nos mares étudiées. Toutes ces espèces recensées présentent une grande valeur en terme de conservation, soit pour des raisons patrimoniales, ou pour leur risque d'extinction (Gaston & al. 1999; Véla & Benhouhou 2007; Hamel & al. 2013).

Relation pollen-végétation

Le couplage des données floristiques avec les données polliniques nous a permis de disposer d'un référentiel actuel pour l'interprétation des données fossiles (Ben Tiba 1982; Stambouli-Essassi & al. 2007; Benslama & al. 2010; Youbi & Benslama 2015; Kahit & al. 2017; Ghit & al. 2018) et de connaître la précision avec laquelle sont enregistrées la com-

position et la structuration de la végétation locale dans les assemblages polliniques de surface (Janssen 1979). Ainsi, les résultats obtenus montrent l'enregistrement de la végétation en ceintures. Cette zonation est liée à l'hydrologie qui est le principal facteur structurant la végétation des zones humides temporaires (Grillas & al. 2004; Deil, 2005; de Bélair 2005). Cela pourrait témoigner de l'absence de transport latéral du pollen au sein de nos mares.

Il ressort de l'inventaire de la végétation actuelle des deux mares étudiées que nombreuses espèces appartenant aux différentes communautés sont présentes sur le site, mais il n'y a pas de traces polliniques, cela peut être dû à trois possibilités : soit une faible production pollinique, soit une fragilité pollinique ou encore que la période de floraison coïncide avec la saison sèche qui expose le pollen au processus de décomposition (Djemai & al. 2017; Ghit & al. 2018). Toutefois, certains taxons étudiés sont régionaux et donc absents dans les relevés phytoécologiques de nos mares. C'est notamment le cas de *Olea*, *Populus* sp., *Tamarix* et de *Retama* sp. Ces taxons régionaux sont caractérisés par de bonnes dispersion (de Beaulieu & Pons 1979; Brugiapaglia & al. 1998; Baron & al. 2005; Cornet & Wales 2020) et production polliniques, en particulier le *Pinus* (de Beaulieu & Pons 1979). La dominance du pollen arboré dans le profil de surface de la mare Ain Salhat est logique, car la dynamique végétale régionale a été essentiellement forestière (Battandier & Trabut 1888-1890; Maire 1952-1987; Quézel & Santa 1962-1963). D'autre part, l'étude floristique permet d'identifier les taxons locaux, présents aujourd'hui sur nos tourbières. Certains de ces taxons sont retrouvés dans les enregistrements polliniques, mais parfois avec des abondances très différentes de leur abondance réelle. L'enregistrement des *Geraniaceae* est encore plus problématique bien qu'elles sont localement abondantes, le cas de *Geranium molle* L. subsp. *molle* et *Geranium robertianum* subsp. *purpureum* (Vill.) Nyman, tandis que le diagramme n'en indique aucune en surface. *Geraniaceae* ont un faible pouvoir de dispersion (Carrión & al. 2010), malgré que leur pollen a une exine très développée résistante aux conditions de dégradation mais, les conditions locales actuelles (sécheresse prolongée et incendies) peuvent être à l'origine de cette situation, car il a été bien enregistré dans les diagrammes polliniques de l'Algérie orientale (ex. Benslama & al. 2010; Djemai & al. 2017), en conditions normales.

Le pollen d'*Erica*-type est moyennement présent dans les enregistrements polliniques et les relevés floristiques aux abords de nos mares étudiées. Ceci indique la présence des maquis dégradés et déboisés, ce qui témoigne son abondance locale (Ghit & al. 2018). *Poaceae* et *Asteraceae* sont enregistrées à des fréquences > 6 % et > 3 % respectivement. Ces taxons sont des indicateurs régionaux caractéristiques des milieux ouverts (Duplessy & Ramstein 2013).

Les deux mares étudiées abritent également des taxons patrimoniaux, rares et endémiques, comme *Bellis prostrata*, *Eryngium pusillum* et *Geranium dissectum* localement abondants, tandis qu'*Alternanthera sessilis*, *Aristolochia paucinervis* et *Linaria pinifolia* sont limités à de petites parcelles périphériques. Ces espèces sont typiques des mares temporaires et nécessitent des conditions hydrologiques particulières pour leur croissance et leur reproduction (de Bélair 2005; Allem & al. 2017). La représentation de la végétation par les assemblages polliniques est susceptible d'être affectée par plusieurs facteurs, notamment la taille du site, la structure de la végétation environnante, les capacités de production et de dispersion du pollen, la résistance des grains de pollen à la dégradation et la précision des identifications lors de l'analyse pollinique (Jacobson & Bradshaw 1981;

Muller & al. 2006). Ces facteurs sont susceptibles de limiter l'interprétation de données polliniques, notamment en termes de biodiversité (Odgaard 1999; Brun & al. 2007).

Conclusion

Notre étude a permis de mettre en lumière certains aspects notables de deux tourbières étudiées du bassin versant d'Oued Zhor. En se fondant sur les inventaires floristiques et leur interprétation écologique, l'étude de la végétation actuelle des deux mares étudiées (Aoural et Ain Salhat) nous a permis d'identifier, dans un environnement humide, plusieurs taxons caractéristiques indicateurs des zones humides dont certains sont patrimoniaux et qui nous permettront de guider les interprétations de nos séquences polliniques fossiles. L'identification morphopollinique, difficile aux niveaux spécifiques et générique, nous a poussés à constituer des groupements fonctionnels caractéristiques des différentes communautés basées sur le rang des familles. Ce rang de reconnaissance morphopollinique est le plus courant pour les herbacées. Toutefois, la caractérisation pollinique de toutes ces communautés et la construction d'un référentiel pollinique local par le biais de l'étude de la pluie pollinique actuelle et des analogues actuels est une étape indispensable pour l'interprétation des spectres fossiles. En fait, ces données floristiques et paléoécologiques peuvent maintenant être affinées pour fournir une perspective -à long terme- utile pour la conservation des zones humides et devraient aider les gestionnaires de l'environnement à concevoir des politiques de conservation appropriées.

Références

- Allem, M., Hamel, T., Tahraoui, C. & Boulemtafes, A. 2017: Diversité floristique des mares temporaires de la région d'Annaba (Nord-Est Algérien). – *Int. J. Environ. Stud.* **75(3)**: 405-424. <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1409977>
- APD 2023: African Plants Database. Geneve: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève; Pretoria (SA): South African, South African National Biodiversity Institute) <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa>. [consulté 06/04/2023]
- Baron, S., Lavoie, M., Ploquin, A., Carignan, J., Pulido, M. & de Beaulieu, J.-L. 2005: Record of Metal Workshops in Peat Deposits: History and Environmental Impact on the Mont Lozère Massif, France. – *Envi. Sci & Tech.* **39(14)**: 5131-5140.
- Battandier, J. A. & Trabut, L. C. 1888–1890: Flore d'Algérie. – Alger.
- Benhassine-Gherzouli, C. 2013: Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est algérien : Apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire. –Thèse de Doctorat en Géographie et aménagement, université de Toulouse, France.
- Bensettiti, F. & Lacoste A. 1999: Les ripisylves du Nord de l'Algérie : Essai de synthèse synsystématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale. – *Ecol. Medit.* **25**: 13-39.
- Benslama, M., Andrieu-Ponel, V., Guiter, F., Reille, M., De Beaulieu, J. L., Migliore, J., & Djamai, M. 2010: Nouvelles contributions à l'histoire Tardiglaciaire et Holocène de la végétation en Algérie : analyses polliniques de deux profils sédimentaires du complexe humide d'El Kala. – *C. R. Biol.* **333**: 744-754. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.08.002>
- Ben Tiba B. 1982: Relations pluie pollinique-végétation en Kroumirie (Tunisie Septentrionale). – *Ecol. Medit.* **7(4)**: 62-73.

- Berglund, B. E. & Ralska-Jasiewiczowa, M. 1986: Pollen analysis and pollen diagrams. – Pp. 455-484 in: Berglund, B. E. (ed.), *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology*. – Chichester.
- Beug, H. J. 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung: für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. – München.
- Birks, H. J. B. & Birks, H. H. 1980: *Quaternary Paleoecology*. – London.
- Blanca, G., Cabezudo, B., Cueto, M., Lopez, C. F. & Torres, C. M. 2009: *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, **1-4**. – Seville.
- Bonnet, B., Aulong, S., Goyet, S., Lutz, M. & Mathevet, R. 2005: *Gestion intégrée des zones humides méditerranéennes : Conservation des zones humides*. – Arles.
- Bouldjedri, M., de Bélair, G., Mayache, B. & Muller, S. D. 2011: Menaces et conservation des zones humides d'Afrique du Nord: le cas du site Ramsar de Beni-Belaid (NE algérien). – *C. R. Biol.* **334(10)**: 757-772. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.06.009>.
- Bounouara, Z. 2018: *Origine et évolution de la matière organique dans les sols des zones subhumides (Cas de la région de Skikda - Algérie)*. – Thèse de doctorat en Ecopédologie, Université de Batna1, Batna (Algérie).
- Brugiapaglia, E., de Beaulieu, J.-L., Guiot, J. & Reille, M. 1998: Transect de pluie pollinique et étalement de la végétation dans le massif du Taillefer (Isère, France). – *Géo. Phy. Quat.* **52(2)**: 209-218.
- Brun, C., Dessaint, F., Richard, H. & Bretagnolle, F. 2007: Arable-weed flora and its pollen representation: a case study from the eastern part of France. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* **146**: 29-50. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2007.02.001>
- Carrión, Y., Kaal, J., López-Sáez, J.A., LópezMerino, L. & Martínez Cortizas, A. 2010: Holocene vegetation changes in NW Iberia revealed by anthracological and palynological records from a colluvial soil. – *The Holocene* **20(1)**: 53-66. <https://doi.org/10.1177/0959683609348849>
- Chaumont, M. & Paquin, C., 1971: *Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord, échelle 1/500000 (4 feuilles et notice)*. – Alger.
- Chouit, Z. 2015: *Evaluation des ressources en eau superficielle dans le bassin versant de l'oued Zhor. Etude de faisabilité d'un barrage*. – Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie).
- Cornet, F. & Wales, A. 2020: Reconstitution des paléo-incendies du Mont Lozère (Cévennes, France) du Tardiglaciaire à nos jours. – *Orpalm Synthesis* **13(1)**: 9-24.
- Daoud-Bouattour, A., Muller, S.D., Ferchichi Ben Jamaa, H., Ben Saad Limam, S., Rhazi, L., Soulié Marsche, I., Rouissi, M., Touati, B., Ben Haj Jilani, I., Gammar, A. & Gharbi Gammar, Z. 2011: Conservation of Mediterranean wetlands: Interest of historical approach. – *C. R. Biol.* **334**: 742-756. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.07.006>
- de Beaulieu, J.-L. & Pons, A. 1979: Recherches pollen-analytiques sur l'histoire de l'action humaine dans la région du Parc National des Cévennes. – *Ann. Parc Nat. Cévennes* **1**: 101-128.
- de Bélair, G. & Samraoui, B., 2000: L'écosystème des zones humides de Béni-Belaid: Un projet de réserve naturelle. – *Sci. Tech.* **14**: 115-124.
- , G. 2005: Dynamique de la végétation de mares temporaires en Afrique du Nord (Numidie orientale, NE Algérie). – *Ecol. Medit.* **31**: 83-100.
- Deil, U. 2005: A review on habitats, plant traits and vegetation and ecology of ephemeral wetlands. – *Phytocoeonologia* **35**: 533-705. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2005/0035-0533>
- Djamai, Z., Belouahem, D., Hamel, T. & Benslama, M. 2017: Pollen approach and evolution of the floristic biodiversity of the humid and salty zone of the Fetzara Lake (Northeast of Algeria). – *Int. J. B.* **11(4)**: 1-14. <http://dx.doi.org/10.12792/ijb/11.4.114>.
- Dobignard, A. & Chatelain, C. 2010-2013: *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord*, **1-5**. Genève.

- Duplessy, J.C. & Ramstein G. 2013: Paléoclimatologie : enquête sur les climats anciens, **1**. – Paris.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1989: Textbook of Pollen Analysis, 4^e Ed. – Chichester.
- Faurel, L. 1959: Plantes rares et menacées d'Algérie. – C.R. de la réunion technique de l'UICN **5**: 140-155.
- Ferchichi-Ben Jamaa, H., Muller, S.D., Daoud-Bouattour, A., Ghrabi-Gammar, Z., Rhazi, L., Soulié-Märsche, I., Ouali, M. & Ben Saad-Limam, S. 2010: Structures de végétation et conservation des zones humides temporaires méditerranéennes: la région des Mogods (Tunisie septentrionale). – C. R. Biol. **333**: 265-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2009.12.014>
- Fetnaci, I., Beddiar, A. & Hamel, T., 2019: Le lac Fetzara (Nord-Est algérien) Biodiversité floristique et menaces potentielles. – Fl. Med. **29**: 227-245. <http://dx.doi.org/10.7320/FIMedit29.227>
- Froyd, C.A. & Willis, K.J. 2008: Emerging issues in biodiversity and conservation management: the need for a palaeoecological perspective. – Quaternary Sci. Rev. **27**: 1723-1732. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.06.006>
- Gaston, K.J. 1991: How large is a species geographic range? – Oikos **61**(3): 434-438. <http://dx.doi.org/10.2307/3545251>.
- Ghit, K., Muller, S.D., de Bélair G., Belouahem-Abed D., Daoud-Bouattour A. & Benslama M. 2018: Palaeoecological significance and conservation of peat-forming wetlands of Algeria. – Rev. Ecol. (Terre et Vie) **73**(4): 414-430.
- Grillas, P., Gauthier, P. Yavercovski, N. & Perennou, C. 2004: Mediterranean temporary pools, **1-2**. – Arles.
- Hamel, T., Seridi, R., de Bélair, G., Slimani, A. R. & Babali, B. 2013: Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). – Rev.Synth. Sci. Technol. **26**: 65-74.
- J.O.R.A. 2012: Décret exécutif du 18 janvier 2012, complétant la liste des espèces végétales non cultivées et protégées. J. Off. Rép. Algérienne **3-12/12**: 12-38.
- Jacobson, G. L. & Bradshaw, R. H. W. 1981: The selection of sites for paleovegetational studies. – Quatern. Res. **16**: 80-96.
- Janssen, C. R. 1979: The development of palynology in relation to vegetation science, especially in the Netherlands. – Pp. 229-246 in: Werger M. J. A. (ed.), The study of vegetation. – The Hague.
- Kahit, F. Z., Zaoui, L., Danu, M. A., Romanescu, G. & Benslama, M. 2017: A new vegetation history documented by pollen analysis and C14 dating in the alder of Ain Khiair – El Kala wet complex, Algeria. – Int. J. Bot. **11**(6): 192-199.
- Laribi, M., Vêla, E., Acherar, M., Mathez, J. & Hamchi, A. 2016: Sur la découverte de *Potentilla supina* L. en Algérie: écologie, taxinomie, biogéographie et statut de conservation. – Revue d'Écologie (Terre et Vie) **71**(3): 266-277.
- Maire, R. 1952-1987: Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), **1-16**. – Paris.
- Marre, A. 1992: Le Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne, étude géomorphologique. – Alger.
- Médail, F. & Quézel, P. 1997: Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. – Ann. Missouri Bot. Gard. **84**: 112-127. <https://doi.org/10.2307/2399957>
- Médail, F. & Myers, N., Mediterranean Basin. – Pp. 144-147 in: Mittermeier, R. A., Robles Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J. & da Fonseca, G. A. B. (eds) 2004: Hotspots revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. – Monterrey.
- Muller, S. D., Nakagawa, T., de Beaulieu, J.-L., Court-Picon, M., Fauquette, S. & Genries, A. 2006: Paléostructures de végétation à la limite supérieure des forêts, dans les Alpes françaises internes. – C. R. Biol. **329**: 502-511. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2006.05.002>
- Odgard, V. 1999: Fossil pollen as a record of past biodiversity. – J. Biogeogr. **26**(1): 7-17.

- Pignatti, S. 1982: Flora d'Italia, **1-3**. – Bologna.
- Quézel, P. & Santa, S. 1962-1963: Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale, **1-2**. – Paris.
- & Zevaco, C. 1964: Découverte en Corse de *Pilularia minuta* Dur. – Bull. Soc. Bot. Fr. **111(5-6)**: 274-275.
- , P. 2002: Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. – Paris.
- Raunkier, C. 1934: The life forms of plants and statistical plant. – Geography. – Oxford.
- Reille, M. 1992-1998: Pollen set spores d'Europe et d'Afrique du Nord. – Marseille.
- Rhazi, L., Grillas, P., Mounirou Toure, A. & Tan Ham, L. 2001: Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of Mediterranean temporary pools. – C.R. Acad. Sc. Paris Ser. III Sci. Vie **324**: 165-177.
- Seltzer, P., Lassere, A., Grandjean, A., Auberty, E. & Fourey, R. 1946: Le climat de l'Algérie. – Alger.
- Stambouli-Essassi, S., Roche, E. & Bouzid, S. 2007: Evolution de la végétation et du climat dans le Nord-Ouest de la Tunisie au cours des 40 derniers millénaires. – Géo-Eco-Trop. **31**: 171-214.
- Tison, J. M. & de Foucault, B. 2014: Flora gallica: flore de France. – Mèze.
- UICN. 2023: Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. Version 2023-1. <http://www.iucnredlist.org> [accessed 6/4/2023]
- Véla, E. & Benhouhou, S. 2007: Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin Méditerranéen (Afrique du Nord). – C. R. Biologies **330**: 589-605. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.04.006>
- Youbi, M. & Benslama, M. 2015: A 1000-year record from El-Ghorra mountain (NE Algeria): Mediterranean vegetation dynamic in response to climatic variation. – Ecol. Environ. Conserv. **21**: 1189-1198.
- Williams, D. D. 2006: The biology of temporary waters. – Oxford.

Adresses des auteurs:

Ali Tatar Braham^{1*,3}, Touati Leila¹, Hamel Tarek², Mechentel El hadi¹, Badouna Bahaeddine^{1,4} & Benslama Mohamed¹,

¹Laboratoire de recherche sols et développement durable. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 23 000. Courriel: b.tatar@univ-soukahras.dz, alitatarbraham23@gmail.com, bensamrane@yahoo.fr

²Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 23 000. Courriel: lilyecologue@yahoo.fr, l.touati@univ-soukahras.dz, tarek_hamel@yahoo.fr

³Département des Sciences Agronomiques, Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université Mohamed Chérif Messaadia Souk Ahras, Algérie 41 000. Courriel : elhadi.mechentel@univ-soukahras.dz

⁴ Laboratoire de Biochimie et la Toxicologie Environnementale, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 23 000. Courriel: bahaeddine.badouna@univ-soukahras.dz

*Auteur correspondant.

