



Les mares temporaires méditerranéennes

Volume 2
Fiches espèces

Grillas P., P. Gauthier, N. Yavercovski & C. Perennou



Production : Station biologique de la Tour du Valat
Maquette : Tapages Publics
Dessins : Antoine Catard à l'exception des pages 55, 83, 85, 88, 91 et 118
Couverture : photos Jean Roché

© 2004 Station biologique de la Tour du Valat
Le Sambuc - 13200 Arles - France

Droits de traduction et de reproduction des textes et des dessins autorisés
pour tous les pays avec mention des auteurs des textes et des dessins et de la Station biologique de la Tour du Valat.

Droits de reproduction des photos réservés pour tous pays.
Une copie ou une reproduction des photos, même partielle, par quelque procédé que ce soit,
constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi
du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteurs.

Loi 49.956 du 16.07.1949

ISBN : 2-9103-6849-1

Les mares temporaires méditerranéennes

volume 2

fiches espèces

Editeurs : Grillas P., P. Gauthier, N. Yavercovski & C. Perennou
Editeurs associés : Jakob C., H. Michaud, G. Paradis & L. Rhazi

Éditeurs, éditeurs associés, auteurs et collaborateurs

Antonetti P. (CNBMC), Calvière T. (TDV), Catard A. (CEEP Var), Cheylan M. (EPHE), Delaugerre (CELRL Corse), Fuselier J. (ADENA), Garnéro S. (CEN-LR), Garraud L. (CBNA), Gauthier P. (TDV), Gendre T. (CEN-LR), Grillas P. (TDV), Hébrard J. P. (Université d'Aix-Marseille III-IMEP), Houssard C. (CEN-LR), Hugonnot V. (ad. perso. 1), Jakob C. (EPHE et TDV), Klewscowski M. (CEN-LR), Lombardini K. (EPHE), Michaud H. (CBNMP), Molina J. (CBNM-LR), Papazian M. (SOF), Paradis G. (Université de Corse, ad. perso. 2), Perennou C. (TDV) Pozzo di Borgo M. L. (OEC), Rhazi L. (université Hassan II), Rhazi M. (TDV et IMEP Université d'Aix-Marseille III), Rombaut D. (CEEP Var), Ruchon F. (AGRN-RH), Samraoui B. (Université d'Annaba), Souheil H. (AGRN-RH), Soulié-Marsche I. (Université Montpellier II, CNRS), Thiéry A. (Université de Provence, Aix-Marseille I), Titolet D. (Lycée international Georges Duby), Yavercovski N. (TDV).

ADENA (Fuselier J.)
Association de Défense de la Nature des Pays d'Agde
Domaine du grand Clavelet, F-34300 Agde
Tél. : +33 (0)4 67 01 60 23, fax : +33 (0)4 67 01 60 29
adena-bagnas@tiscali.fr

AGRN.RH (Ruchon F., Souheil H.)
Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Roque-Haute,
1, rue de la Tour, F-34420 Portiragnes
Tél/fax : +33 (0)4 67 90 81 16
roque.haute@espaces-naturels.fr

CBNA (Garraud L.)
Conservatoire Botanique National Alpin de Gap-Charance
Domaine de Charance, F-05000 Gap
Tél : +33 (0)4 92 53 56 82, fax : +33 (0)4 92 51 94 58
cbn-gap@wanadoo.fr ; l.garraud@cbn-alpin.org

CBNMC (Antonetti P.)
Conservatoire Botanique National du Massif Central
Le Bourg, F-43230 Chavaniac-Lafayette
Tél : +33 (0)4 71 77 55 65, fax : +33 (0)4 71 77 55 74
cbnmc@mail.es-conseil.fr

CBNMP (Michaud H, Molina J.)
1. siège Conservatoire Botanique National de Porquerolles
Castel Sainte Claire, F-83418 Hyères cedex
Tél : +33 (0)4 94 12 82 30, fax : +33 (0)4 94 12 82 31
cbn.siege@pnpc.com.fr
2. Unité de conservation et collections (Michaud H.)
Le Hameau, F-83400 Ile de Porquerolles
Tél. : +33 (0)4 94 12 30 32, fax : +33 (0)4 94 12 30 30
Courriel : cbn.ile@pnpc.com.fr
3. Antenne Languedoc-Roussillon (Molina J.)
Institut de Botanique, Rue Auguste Broussonet, F-34090 Montpellier
Tél. : +33 (0)4 99 23 22 11, fax : +33 (0)4 99 23 22 12
cbn.lro@wanadoo.fr

CEEP : Conservatoire Études des Écosystèmes de Provence Alpes du Sud-Var
1 place de la Convention, F-83340 Le Luc
Tél : +33 (0)4 94 50 38 39 / 06 16 97 82 03

2. CEEP Var ((Catard A., Rombaut D.)
1 Place de la Convention, F-83340 Le Luc
Tél : +33 (0)4 94 50 38 39, fax : 04 94 73 36 86
antoine.catard@libertysurf.fr
dominique.rombaut@wanadoo.fr

CEN-LR (Gendre T., Garnéro S., Houssard C., Klewscowski M.)
Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon
20 rue de la République, Espace République, F-34000 Montpellier
Tél. : +33 (0)4 67 22 68 28, fax : +33 (0)4 67 22 68 27
cen-lr@wanadoo.fr

CELRL Corse (Delaugerre M.)
Conservatoire des Espaces Littoraux et des Rivages Lacustres
Délégation Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 Bastia.
Tél : +33 (0)4 95 32 38 14, fax : +33 (0)4 95 32 13 98
corse@conservatoire-du-littoral.fr
m.delaugerre@conservatoire-du-littoral.fr

EPHE (Cheylan M., Jakob C., Lombardini K.)
Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des vertébrés, Case 94,
Université de Montpellier II, Place E. Bataillon,
F-34095 Montpellier cedex 5
Tél : +33 (0)4 67 14 32 90, fax : +33 (0)4 67 63 33 27
cheylan@univ-montp2.fr
christiane.jakob@gmx.net
katia89@hotmail.com

Lycée international Georges Duby (Titolet D.)
200, rue Georges Duby
F-13080 Luynes
titolet@yahoo.fr

OEC (Pozzo di Borgo M. L.)
Office de l'Environnement de la Corse
Avenue Jean Nicoli, F-20250 Corte
Tél. : +33 (0)4 95 45 04 00, fax : +33 (0)4 95 45 04 01

SFO (Papazian M.)
Société Française d'Odonatologie
7, rue Lamartine, F-78390 Bois d'Arcy
Fax : +33 (0)1 34 60 68 63, site internet : www.libellules.org

TDV (Calvière T., Gauthier P., Grillas P, Jakob C., Perennou C., Rhazi M., Yavercovski N.)
Station Biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc, F-13200 Arles
Tél : +33 (0)4 90 97 20 13, fax : +33 (0)4 90 97 20 19
nom@tourduvalat.org, site internet : www.tourduvalat.org

Université d'Aix-Marseille III – IMEP1 (Hébrard J.P.)
Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocécologie - CNRS UMR 6116
Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Case 461, F-13397 Marseille cedex 20
Tél : +33 (0)4 91 28 85 35, fax : +33 (0)4 91 28 80 51

Université de Provence, Aix-Marseille I (Thiéry A.)
E.A. Biodiversité et environnement, Université de Provence,
3, place Victor Hugo, F-13331 Marseille cedex 3
Tél : +33 (0)4 91 10 64 25, fax : +33 (0)4 91 10 63 03
alain.thiery@univ-avignon.fr

CNRS, Université de Montpellier II (Soulié-Marsche I.)
Laboratoire de Paléobotanique - UMR 5554 du CNRS, Université Montpellier II,
C.P. 062, Place E. Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5
Tél : +33 (0)4 67 14 39 78, fax : +33 (0)4 67 14 30 31
marsche@isem.univ-montp2.fr

Université d'Annaba (Samraoui B.)
Laboratoire de recherche des zones humides, Université d'Annaba,
4, rue Hassi-Beida, Annaba, Algérie
bsamraoui@yahoo.fr

Université Hassan II (Rhazi L.)
Faculté des Sciences Ain Chock, Laboratoire de Biologie et Physiologie Végétale,
BP 5366, Maarif Casablanca, Maroc
Tél. : (212) 037 86 33 10, fax : (212) 022 23 06 74
lrhazi@hotmail.com

ad. perso. 1 (Hugonnot V.)
Le Bourg, F-43270 Varennes Saint Honorat
Tél/Fax : +33 (0)4 71 00 23 07
vincent.hugonnot@wanadoo.fr

ad. perso. 2 (Paradis G.)
7, cours Général Leclerc, F-20000 Ajaccio
Tél : +33 (0)4 95 50 11 65
guilhan.paradis@wanadoo.fr

Remerciements
La Station biologique de la Tour du Valat remercie très vivement tous les éditeurs, auteurs et collaborateurs de ce volume, ainsi que Mohand Achérar (CEN-LR), Joël Bourideys (DIREN PACA), Christine Bousquet (AME), Jean Boutin (CEEP), Maddy Cancemy (OEC), Marie-Luce Castelli (OEC), Paul Chemin (DIREN-LR), Claire Chevin (MEDD), Béatrice Coisman (CEEP), Natacha Cotinaut (Mairie du Cannel-des-Maures), Geneviève Coutrot (TDV), Daniel Crépin (DIREN LR), Florence Daubigney (TDV), Marie-Antoinette Diaz (TDV), Christian Desplats (CELRL PACA), Arnaud Dorgère (TDV), Aude Doumenge (AGRN-RH), Emilien Duborper (TDV), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA), Roger Estève (CELRL PACA), Sabine Fabre (CEN-LR), Mauricette Figarella (DIREN Corse), Guy-François Frisoni (Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio), Jean Giudicelli (Maison régionale de l'eau, Barjols), Denis Gynouvès (ONF Var), Jean-Claude Heidet (CEEP), Bruno Julien (Commission Européenne), Emilio Laguna (Generalitat de Valence, Espagne), Nicolas Leclainche (TDV), Olivier Limoges (Pôle relais Mares et Mouillères), Stéphanie Lieberherr (CEEP Var), Gilles Loliot (CELRL-LR), Isabelle Lourenço de Faria (Commission Européenne), Margarida Machado (Université d'Algarve, Portugal), Marc Maury (Ecosphère), Leopoldo Medina, Olivier Nalbhone (ARPE), Georges Olivari (Maison régionale de l'eau, Barjols), Eric Parent (Agence de l'Eau RMC), Jean-Claude Pic (TDV), Marc Pichaud (TDV), Marlène Savelli (OEC), Pierre Quartier (ONF Var), Bertrand Sajaloli (Pôles relais Mares et Mouillères), Nathalie Saur (Agence de l'Eau RMC), Alain Sandoz (TDV), Laurine Tan Ham (TDV), Florence Verdier (CELRL LR) et Myriam Virevaire (CNBMP) pour leur contribution au projet LIFE "Mares Temporaires".

Sommaire

Notice introductive.	5	Macro-crustacés.	83
Espèces végétales	7	<i>Imnadia yeyetta</i> Hertzog, 1935.	83
<i>Apium crassipes</i> (Koch ex Reichenb.) Reichenb. fil.	7	<i>Linderiella massaliensis</i> Thiéry & Champeau, 1988	85
<i>Artemisia molinieri</i> Quézel, Barbero & Loisel.	9	<i>Tanymastix stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	88
<i>Crypsis schoenoides</i> (L.) Lam.	12	<i>Triops cancriformis</i> (Bosc, 1801) (1)	
<i>Damasonium polyspermum</i> Coss.	15	& <i>Lepidurus apus</i> (Linné, 1758) (2).	91
<i>Elatine brochonii</i> Clavaud	18	Odonates.	94
<i>Eryngium pusillum</i> L.	21	<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825) (1)	
<i>Illecebrum verticillatum</i> L.	23	& <i>Ischnura genei</i> (Rambur, 1842) (2)	94
<i>Isoetes duriei</i> Bory (1) & <i>Isoetes hixrix</i> Bory (2)	26	<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798) (1)	
<i>Isoetes setacea</i> Lam. (1) & <i>Isoetes velata</i> A. Braun (2)	30	& <i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825) (2)	96
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Ascherson	34	<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840) (1)	
<i>Lythrum borysthenicum</i> (Schrank) Litv. (1)		& <i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841) (2)	99
& <i>Lythrum tribracteatum</i> Salzm ex Sprengel (2).	37	Amphibiens.	102
<i>Lythrum thymifolium</i> L. (1)		<i>Bufo calamita</i> , Laurenti 1768	102
& <i>Lythrum thesioides</i> M. Bieb. (2).	41	<i>Discoglossus sardus</i> Tschudi, 1837	105
<i>Marsilea strigosa</i> Willd.	45	<i>Pelobates cultripes</i> (Cuvier, 1829).	108
<i>Mentha cervina</i> L.	49	<i>Triturus cristatus</i> , (Laurenti, 1768)	111
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.	52	<i>Triturus marmoratus</i> , Latreille 1800	114
<i>Nitella opaca</i> (Bruzelius) Agardh	55	Glossaire	116
<i>Ophioglossum azoricum</i> C. Presl (1)		Formulaire à utiliser pour l'inventaire des macro-crustacés	120
& <i>Ophioglossum lusitanicum</i> L. (2).	58	Références bibliographiques	121
<i>Pilularia minuta</i> Durieu ex A. Braun.	62		
<i>Ranunculus lateriflorus</i> DC. (1)			
& <i>Ranunculus nodiflorus</i> L (2)	65		
<i>Ranunculus revelieri</i> Boreau	69		
Genre <i>Riccia</i> L.	72		
<i>Riella helicophylla</i> (Bory & Mont.) Mont.	76		
<i>Teucrium aristatum</i> Perez Lara	80		

Notice introductive

Ce deuxième volume de l'ouvrage "Les Mares temporaires méditerranéennes" présente, sous forme de fiches, une synthèse des connaissances actuelles sur une sélection d'espèces remarquables des mares temporaires méditerranéennes (29 espèces végétales, 16 animales). Ces connaissances ont une origine bibliographique ou ont été acquises au cours du projet LIFE-Nature "Conservation des Mares Temporaires Méditerranéennes n°99/ 72049" présenté page 1 dans le volume 1.

Les espèces présentées ont été sélectionnées selon plusieurs critères :

- Leur dépendance aux milieux aquatiques temporaires.
- Leur rareté (ce critère est cependant très variable selon les pays).
- Le caractère méditerranéen de leur distribution.
- Leur présence dans un ou plusieurs des sept sites du projet LIFE.
- Leurs caractéristiques biologiques ou leurs exigences écologiques, permettant d'illustrer des stratégies adaptatives variées.

Espèces végétales

Les plantes vasculaires amphibies, espèces emblématiques des mares temporaires, sont les mieux représentées avec 26 espèces, soit près du quart des 107 végétaux rares des mares temporaires oligotrophes* recensés dans 18 pays du Bassin méditerranéen (voir volume 1, tableau 2).

Un groupe discret et souvent méconnu, celui des hépatiques, est abordé à travers deux fiches. L'une est consacrée à une espèce très rare des mares temporaires (*Riella helicophylla*) l'autre à un genre particulièrement adapté aux zones humides temporaires, le genre *Riccia*. Enfin, le choix d'une charophyte* (algue) inféodée aux mares temporaires méditerranéennes, *Nitella opaca*, permet d'illustrer un groupe méconnu mais important dans les zones humides temporaires.

Macro-crustacés

Sur la cinquantaine d'espèces du bassin méditerranéen, cinq ont été sélectionnées dans trois Ordres différents. Deux espèces sont très rares en France (*Lindneriella massaliensis* est endémique, *Imnadia yeyetta* présente sur deux sites). Les besoins en eau diffèrent selon les espèces choisies (milieux éphémères pour *Tanyastix stagnalis*, à milieu semi-permanents pour *Lepidurus apus* et *Triops cancriformis*). Enfin, douze pays méditerranéens abritent une ou plusieurs de ces espèces.

Odonates

Chez les odonates, les 25 espèces à distribution méditerranéenne ont des traits d'histoire de vie adaptés à l'inondation temporaire et parfois variables avec la latitude. Les six espèces choisies illustrent une distribution méditerranéenne restreinte (*Ischnura genei*, endémique des îles de la Méditerranée occidentale) à vaste (*Sympetrum fonscolombii*) ainsi que plusieurs stratégies d'adaptation à la sécheresse estivale, basées sur les modalités et les dates de ponte, l'existence de diapauses (œuf ou larve), les périodes d'émergence des adultes, le nombre de générations par an, le caractère migratoire, la capacité plus ou moins importante à coloniser de nouvelles mares, etc.

Amphibiens

Parmi la soixantaine d'espèces connues dans le Bassin méditerranéen, cinq adaptées aux mares temporaires ont été choisies

dans deux groupes différents (anoures et urodèles), illustrant des exigences environnementales et des caractères biologiques différents : durée du cycle larvaire, taille des pontes, etc.

Les rubriques des fiches

Nom latin : nomenclature actuelle

Classification : en l'absence d'indications particulières, la classe puis la famille de l'espèce (nomenclature actuelle) sont mentionnées (en petites majuscules) sous le titre de chaque fiche.

Principaux synonymes : synonymes utilisés dans les flores et les faunes "classiques".

Noms communs : quand ils existent, les noms vernaculaires français, espagnols, portugais, italiens, anglais, marocains et algériens sont précisés. Les noms utilisés à une échelle nationale sont mentionnés, à l'exception du Maroc, où seuls certains noms locaux, de tradition orale, sont connus²⁶⁵, sans qu'il ait été possible de préciser leur région d'utilisation. Pour les pays d'Europe, le site Internet français www.tela-botanica.org a été consulté. Par ailleurs, les noms français des espèces végétales ont été recherchés dans la grande flore de Bonnier⁴² et dans le *Livre rouge de la flore menacée de France*²⁷⁴, les noms espagnols et portugais dans *Flora Iberica*⁶⁴, les noms italiens dans le *Livre rouge des plantes d'Italie*⁸⁶ et dans *Flora d'Italia*²⁹².

Sous-espèces : les sous-espèces actuellement reconnues sont mentionnées.

Description/Critères d'identification : des sources bibliographiques variées ont été utilisées, ainsi que les observations personnelles des auteurs.

Espèces proches : les espèces avec lesquelles une confusion est possible sont mentionnées, ainsi que leurs caractères distinctifs.

Distribution-Ecologie

Distribution/Répartition

La distribution de l'espèce en France, puis dans les autres pays méditerranéens est précisée dans la mesure du possible, en particulier dans les pays de Méditerranée occidentale (Espagne, Italie, Maghreb).

Habitat

Ce paragraphe comprend, pour la France et, si possible, pour d'autres pays méditerranéens :

- Une description générale des stations.
- La mention des habitats d'"intérêt communautaire" ou "prioritaires" de l'espèce, listés en annexe I de la Directive Habitats^{12, 119}, accompagnés de leur code Natura 2000*.
- La mention des habitats français de la typologie CORINE Biotopes³⁹.
- Pour la flore : la liste des groupements phytosociologiques* caractérisés par l'espèce ou auxquels l'espèce participe, et éventuellement les principales espèces compagnes.

Ecologie

Ce paragraphe fournit les principales caractéristiques biologiques et les exigences environnementales utiles à la gestion conservatoire de l'espèce.

Caractéristiques biologiques

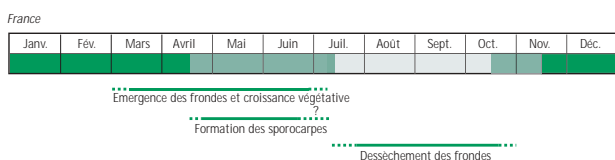
En France, et si possible dans d'autres pays méditerranéens, sont précisées, dans la mesure des connaissances disponibles, les informations relatives à la biologie et aux traits d'histoire de vie des espèces :

- Flore : le type biologique, les modalités de reproduction sexuée (aérienne, aquatique), la description des semences, le cycle biologique (germination, croissance, floraison, fructification, dissémination).

- Faune : l'alimentation, le site et les modalités de dépôt des œufs, le cycle biologique (reproduction, pontes, développement), la longévité, les comportements remarquables, les variations de la phénologie dans l'espace et entre années.

Dans chaque fiche, une figure située à la fin de ce paragraphe, illustre le cycle phénologique annuel d'une population en relation avec un état hydrologique moyen de la mare.

Exemple : le cycle phénologique de *Marsilea strigosa*



phase généralement inondée (ou saturation du sol pour certaines espèces)

phase inondée certaines années

phase sèche.

Cette illustration schématique ne peut rendre compte en totalité de la variabilité interannuelle du climat méditerranéen (températures, précipitations) ni de la variabilité individuelle de la réponse des organismes, mais elle fournit au gestionnaire un état moyen. Certains auteurs expriment la variabilité de la réponse d'une population aux variations du régime hydrologique par des pointillés prolongeant le trait plein des différentes phases du cycle.

Conditions environnementales

En France et si possible dans d'autres pays méditerranéens, sont précisés (dans la limite des informations disponibles) :

- Pour la flore : les conditions hydrologiques requises (profondeur d'eau, durée d'inondation et d'assèchement, germination des graines, caractéristiques chimiques, etc.), la nature du substrat (acide, calcaire, granulométrie, etc.), la sensibilité à la compétition interspécifique (en relation avec la lumière en particulier), l'impact de perturbations comme la coupe, le pâturage, le piétinement, etc.

- Pour la faune : les exigences pour la reproduction (durée et date de mise en eau, profondeur, type de mare, etc.), les territoires, le milieu d'hivernage ou d'estivage et la nécessité d'habitats complémentaires (phase terrestre des amphibiens par exemple), la distance de dispersion des adultes et des jeunes après la phase aquatique, les perturbations environnementales et leur impact (pluie, sécheresse, humidité du sol, etc.), les relations interspécifiques (compétition, prédation, etc.), les principaux facteurs de mortalité naturelle, etc.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En France et dans d'autres pays méditerranéens, le nombre de sites est indiqué (avec, pour la faune, une estimation chiffrée des populations, si possible).

Etat de conservation

L'état des populations (stable, en extension ou en régression) est fourni, ainsi que les principaux sites d'apparition récente de l'espèce ou de disparition.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

Un tableau fournit pour chaque espèce :

- L'inscription sur les listes rouges de l'UICN^{176, 399, www.redlist.org}.
- L'inscription sur les annexes de la Convention de Berne⁸⁷.
- L'inscription sur les annexes de la Directive "Habitats"¹¹⁹.
- Le statut de protection nationale ou régionale en France, et dans les autres pays méditerranéens :

- Le statut de protection national de la flore a été examiné pour l'Italie^{86, 292}, l'Espagne (site Internet : www.mma.es/conserv_nat/acciones/esp_amenazadas/html/catalogo/flora.htm), la France, l'Algérie (décret n° 93-117 du 23/11/1993 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées).

- Le statut de protection national de la faune a été examiné pour la France, l'Espagne (site Internet : http://www.mma.es/conserv_nat/acciones/esp_amenazadas/html), ainsi que pour le Portugal (amphibiens⁵⁹).

- Le statut de protection régional de la flore et de la faune a été examiné pour la France, et dans quelques régions d'Italie pour la faune (Sardaigne et Toscane).

- L'inscription sur les listes ou livres rouges en France et dans d'autres pays méditerranéens :

- Pour la flore vasculaire, les listes et livres rouges nationaux de France²⁷⁴, d'Italie⁸⁶, d'Espagne⁶, du Maroc¹³³, de Grèce²⁹⁰, de Malte³⁴⁴ ont été consultés ainsi que le livre rouge régional des Baléares³³¹. Pour les Bryophytes, le Livre rouge des Bryophytes d'Europe¹²⁸, et le Livre rouge de France, en cours de réalisation, ont servi de références.

- Pour la faune, le livre rouge national²⁴² a été consulté pour la France, ainsi que les listes rouges d'Espagne (amphibiens²⁹³), du Portugal (amphibiens⁵⁹) et d'Italie (vertébrés¹⁴).

Problèmes de conservation/menaces

Les facteurs suivants sont examinés :

- Facteurs anthropiques : destruction, comblement, drainage, pollution, etc.
- Facteurs naturels : dynamique de la végétation, etc.
- Risques liés aux populations : risques d'extinction au niveau d'un site.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Les principaux sites protégés où vivent les espèces sont listés (Parcs Naturels, Réserves Naturelles, sites Natura 2000, etc.) ainsi que les autres mesures de gestion en place.

Recommandations

Elles concernent les mesures de gestion à mettre en œuvre (hydrologie, pâturage, débroussaillage), des modifications du statut de protection de l'espèce, de protection de l'habitat, etc.

Références bibliographiques

Les auteurs des références sont listés par ordre alphabétique à la fin de chaque fiche, avec un renvoi numéroté à la référence complète, dans la bibliographie générale, en fin de volume.

Autres informations

Sigles et abréviations utilisés dans les fiches

CBNBP : Conservatoire botanique national du Bassin Parisien.
CEEP : Conservatoire Etude des écosystèmes de Provence - Alpes du Sud.
CEN-LR : Conservatoire des espaces naturels du Languedoc-Roussillon.
MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable (France).
ONF : Office national des forêts.
PACA (région) : région Provence-Alpes-Côte d'Azur (France).
UICN : Union internationale pour la conservation de la nature
J.O. : Journal Officiel de la République française (publication quasi journalière rendant publics les textes de lois et leurs décrets et arrêtés d'application).

s.l. : *sensu lato* (au sens large).

subsp. : *subspecies* (sous-espèce).

sp. : espèce indéterminée (du latin *species*). Par exemple, *Isoetes* sp. signifie : une espèce non déterminée du genre *Isoetes*

spp. : plusieurs espèces du Genre. Par exemple, *Isoetes* spp. signifie "toutes ou des espèces du genre *Isoetes*".

em. : corrigé par, modifié par (abréviation du latin *emendavit*, du verbe latin *emendare* : modifier, amender, améliorer). Utilisé en phytosociologie, par exemple : "l'alliance *Isoetion* Br.-Bl. 1931 de l'ordre des *Isoetalia* Br.-Bl. 1931 *em.* Rivas-Goday 1970".

µS.cm⁻¹ : micro-siemens par cm (unité de mesure de la conductivité de l'eau)

Glossaire

Les termes techniques et scientifiques ne figurant pas dans un dictionnaire courant (comme le dictionnaire français *Le Petit Robert*), sont définis dans le glossaire. Ils sont référencés dans le texte par une astérisque* lors de leur première mention dans chaque fiche.

Apium crassipes (Koch ex Reichenb.) Reichenb. fil.

ANGIOSPERMES

APIACEAE

Principaux synonymes

Helosciadum crassipes Koch ex Reichenb.*A. inundatum* (L.) Reichenb. fil. var. *crassipes* Paol.*A. inundatum* (L.) Reichenb. fil. subsp. *crassipes* Landi*Sium crassipes* (Reichenb.) Sprengel

Nom français : Ache

Nom italien : Sedano di Sardegna

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{50, 292}

- Plante herbacée hydrophytique* ou amphibie, soit hémicryptophyte*, soit annuelle.
- Tige creuse et striée, d'abord brièvement couchée et radicante, puis libre, dressée ou flottante, pouvant atteindre, dans l'eau, 40 cm de long.
- Feuilles alternes, de deux types : feuilles basales submergées, bi à quadri pennatiséquées* et complètement divisées en fines lanières allongées ; feuilles émergentes simplement pennatiséquées et à segments dentés.
- Inflorescence : ombelle composée de trois à cinq ombellules, involucre de l'ombelle absent, involucrelle de chaque ombellule composé de trois à six bractées.
- Fleur à calice non visible, corolle à cinq pétales petits (0,5 mm) et blancs, ovaire infère à deux loges, style un peu plus long que le stylopode* (sommet de l'ovaire).
- Fruit sec, formé de deux carpelles (méricarpes) monospermes, indéhiscent, de 1,25 à 1,5 mm de long, à l'extrémité de petits pédicelles fructifères, fortement épaissis à leur partie inférieure.

Espèces proches

Apium inundatum diffère par une taille et des fruits un peu plus grands et surtout des pédicelles fructifères non épaissis. Les deux espèces ne coexistent qu'en Sicile (aucun risque de confusion entre elles, en Corse ni en Sardaigne).

Distribution - écologie

Distribution/Répartition

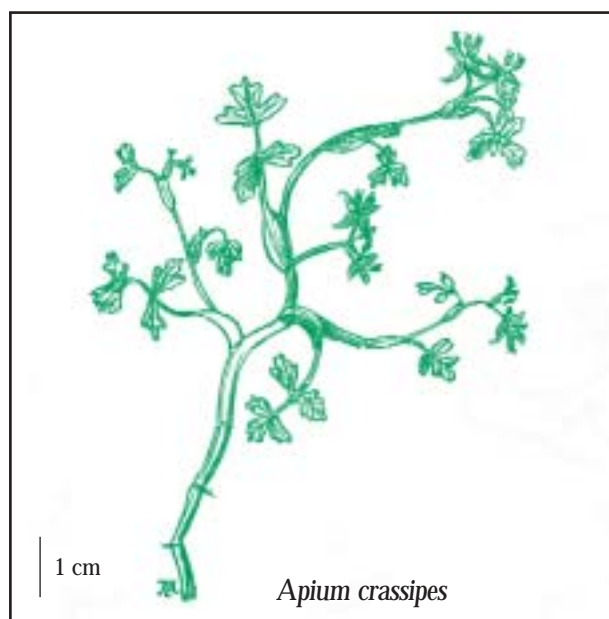
Apium crassipes est une espèce considérée comme une endémique tyrrhéno-sicilo-numidienne⁵⁰.

France

L'espèce n'est présente qu'en Corse.

Autres pays méditerranéens

Présente en Italie (Sardaigne, Marais Pontins et Sicile²⁹²) et en Afrique du Nord (Tunisie et Algérie orientale). Casper et Krausch⁶³ ajoutent le delta du Nil à cette aire de répartition.



Habitat

1. L'habitat "mares temporaires méditerranéennes"

Description générale

En Corse et en Sardaigne, *Apium crassipes* est un constituant important, par sa biomasse*, de la phase inondée de nombreuses mares temporaires. Ainsi dans le sud de la Corse, *A. crassipes*, associé à diverses espèces flottantes (*Ranunculus peltatus*, *R. ophioglossifolius*, *Illecebrum verticillatum*, *Baldellia ranunculoïdes*), est abondant dans les mares temporaires de Padulellu, des Tre Padule de Suartone et de Padulu^{219, 221, 284}.

En Tunisie, *A. crassipes* est associé à *Isoetes velata*, *Myosotis sicula*, *Illecebrum verticillatum*, *Eryngium barrelieri* (*E. pusillum*), *Ranunculus ophioglossifolius*²⁹⁸.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3412 Groupements méditerranéens aquatiques à isoètes : groupements constitués par *Isoetes velata* des pièces d'eau à niveau variable.

Phytosociologie*

Sous sa forme aquatique, *Apium crassipes* participe aux formations de la phase submergée de l'*Isoetion* dans les groupements à *Isoetes velata*. Certains auteurs placent les formations d'hydrophytes* auxquelles participe *A. crassipes* dans des groupements de la classe des *Potamogetonetea pectinati*²⁸⁴.

2. Autres habitats

Description générale

Apium crassipes se rencontre aussi dans des fossés et des prairies humides. Dans ces biotopes, qui s'assèchent rapidement à la fin

Les mares temporaires méditerranéennes

de l'hiver, *A. crassipes* est de très petite taille et ne présente pas de feuilles en lanières fines.

Phytosociologie*

En Algérie, autour des lacs Mafragh, Tonga et Oubeira, Géhu *et al.*¹⁵⁶ ont créé, pour des prairies amphibies d'atterrissement*, l'association* à *Paspalum distichum* et *Apium crassipes* qu'ils ont nommée *Helosciadi crassipes-Paspaleum distichi* et qu'ils ont incluse dans la classe des *Agrostietea stoloniferae*, l'ordre des *Plantaginietalia majoris* et l'alliance du *Paspalo-Agrostion*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Hydrophyte* hémicryptophytique* (vivace) ou thérophytisque* (annuelle).

Reproduction

Aérienne.

Floraison

En Corse, de la mi-mars à la fin avril.

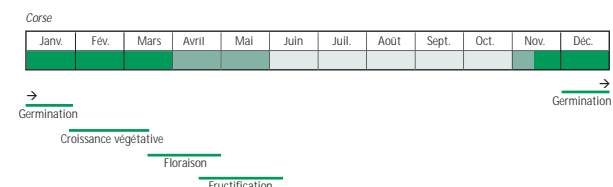
Stratégie adaptative (sensu Grime¹⁶³)

Tolérant au stress (S).

Description des akènes

Longueur : 1,25 à 1,5 mm environ.

Cycle phénologique



Conditions environnementales

Hydrologie

Une inondation hivernale, même de courte durée, paraît indispensable à la germination ou à la réactivation des bourgeons et à la croissance des plantules.

Substrat

Substrat meuble, assez peu épais (moins de 10 cm de profondeur), de granulométrie variable (sable, limon ou argile) et acide.

Compétition interspécifique

Plante héliophile*, qui supporte mal le recouvrement par des espèces de grande taille.

Impact des perturbations

- Les perturbations de faible intensité (pacage, piétinement), provoquant un petit degré de tassement du substrat, semblent être favorables.
- Les perturbations de forte intensité et de fréquence élevée, comme les passages de véhicules tout terrain, provoquant un fort degré de tassement du substrat, lui sont très défavorables (mare de Chevanu, en Corse).

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En Corse, vraisemblablement plus de 20 sites.

Etat de conservation

En Corse

Les populations fluctuent d'une année à l'autre, mais paraissent stables à moyen terme dans les mares de Padulellu, Tre Padule et Padulu. Par contre, par suite de l'abandon du pacage bovin depuis plusieurs décennies, les mares d'Arasu, Mura dell'Unda et Muratellu, ont des populations à faibles effectifs. La population de la mare temporaire de Chevanu, très dénudée et à substrat très tassé, est en voie d'extinction.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs naturels

En Corse, l'abandon probable dans un proche avenir du pacage extensif de bovins risque de provoquer, sur presque tous les sites, une forte chute de ses effectifs, par suite de l'extension des végétaux herbacés de grande taille (*Schoenus nigricans*, *Scirpus holoschoenus*, *Oenanthe globulosa*, *O. lachenalii*, etc.) et des ligneux (*Phillyrea angustifolia*, *Erica scoparia*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, etc.).

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En Corse, actuellement aucune mesure de gestion, par suite de la non-maîtrise foncière des sites.

Recommandations

En Corse

- Le maintien (et/ou le rétablissement) du pacage extensif de bovins est recommandé, ainsi qu'un maintien des passages de promeneurs et de chasseurs.
- Au moins dans le cas de la mare de Chevanu, l'interdiction de son utilisation comme parking pendant plusieurs années de suite, permettrait vraisemblablement une remontée des effectifs de cette espèce.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Briquet & Litardière, 1938⁵⁰ ; Casper & Krausch, 1981⁶³ ; Géhu *et al.*, 1994¹⁵⁶ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹, 2000²²¹ ; Paradis *et al.*, 2002²⁸⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Pottier-Alapetite, 1952²⁹⁸.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Collaborateurs : Grillas P. & N. Yavercovski

Artemisia molinieri Quézel, Barbero & Loisel

ANGIOSPERMES
ASTERACEAE

Principaux synonymes

Aucun

Nom français : Armoise de Molinier

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Plante sous-ligneuse, très odorante, de même odeur (camphrée) qu'*Artemisia arborescens*, atteignant 30 à 60 cm de haut.
- Tige ramifiée au-dessus du collet. Feuilles vert-bleuâtres, finement hispides, surtout à la face inférieure. Pétiole aussi long que le limbe, celui-ci de pourtour triangulaire, bipinnatifid* à divisions filiformes larges de 1-1,5 mm.
- Capitules assez petits ovoïdes (2,5 x 2,5 mm) à 10-15 fleurs, densément agglomérés en inflorescence spiciforme. Bractées internes de l'involucre lancéolées-spatulées. Les akènes (0,8-1 x 0,2-0,3 mm) sont grisâtres à cinq angles peu marqués, lisses, un peu striés longitudinalement et tronqués un peu obliquement à l'apex*.

Espèces proches

Le genre *Artemisia* est difficile. Historiquement, *A. molinieri* a été confondue avec *A. alba* Turra³¹, laquelle appartient à une autre section.

A. molinieri appartient à la section *Artemisia* qui se caractérise par un capitule à réceptacle glabre et hétérogame* à fleurs périphériques femelles, celles du disque hermaphrodites, toutes fertiles. Dans cette section, *A. molinieri* se rapproche des espèces à feuilles vertes et à pétiole non auriculé* à la base. Deux de ces espèces peuvent se rencontrer en France :

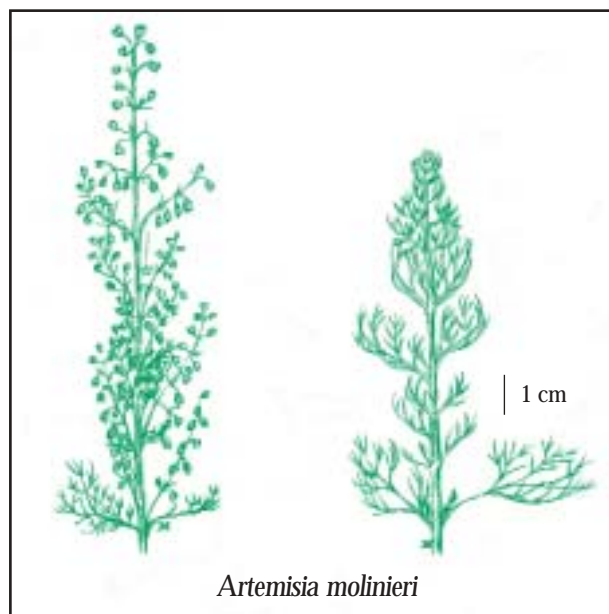
- L'Aurone (*A. abrotanum* L.), armoise cultivée dont la patrie est discutée, et qui se distingue de l'Armoise de Molinier par son odeur citronnée, ses capitules plus gros (3-4 x 3-4 mm) globuleux à 25-30 fleurs et disposés en panicule feuillée, et ses bractées internes de l'involucre ovales.
- *A. chamaemelifolia* Vill. des pelouses sèches des montagnes du sud de l'Europe, depuis l'Espagne jusqu'à l'Iran. Cette armoise se distingue de *A. molinieri* par les feuilles caulinaires sessiles* à paire de segments inférieurs entourant la tige, ses capitules un peu plus gros : 2,5-3 mm.

A. molinieri, *A. chamaemelifolia* et certaines populations d'*A. abrotanum* sont à 2n = 18.

Toutes les armoises fréquentent des milieux secs (rochers, steppes, décombres, etc.) à l'exception de *A. molinieri* qui est l'unique armoise hygrophile*.

Remarques :

- Selon Couteau et Pons⁹³, ce taxon pourrait être d'origine hybridogène*, et ses deux stations artificielles.
- Un petit bupreste (*Agrilus lacus*), dont la larve se nourrit exclusivement de l'Armoise de Molinier, a été récemment décrit comme endémique des mares du Centre-Var⁹⁴.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce endémique* du Centre Var (France), présente sur les communes de Besse-sur-Issole et de Flassans-sur-Issole.

Habitat

Description générale

Grandes dépressions naturelles d'origine karstique* irrégulièrement inondées selon les années : inondation de plus de six mois à totalement absente.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotope

22-342 : Communautés amphibies d'espèces élevées (*Preslion cervinae* Br.-Bl. 1931), avec un type particulier de cet habitat : le groupement à *Artemisia molinieri*^{245, 307}.

Phytosociologie*

Classe : *Isoeto-Nanojuncetea*

Ordre : *Isoetalia*

Alliance : *Preslion cervinae*

Association* : groupement à *Artemisia molinieri*³⁰⁷.

Espèces compagnes

A Gavoty et Redon :

- *Schoenoplectus lacustris*, *Scirpus maritimus*, *Phalaris arundinacea*, *Alisma lanceolatum*, *Eleocharis palustris*, *Oenanthe globulosa*, *Rorippa sylvestris*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Sisymbrella aspera*, *Veronica anagalloides*.
- Compagnes annuelles amphibies à valeur patrimoniale (pour la France), concurrencées par l'Armoise, et favorisées par l'ouverture

Les mares temporaires méditerranéennes

du tapis d'Armoise (créée par le piétinement lié au pâturage, ou la mise en culture lors d'années sèches) : *Lythrum tribracteatum*, *Damasonium polyspermum*, *Heliotropium supinum*, *Schoenoplectus supinus*, *Chenopodium urbicum*, *Crypsis schoenoides*, etc.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

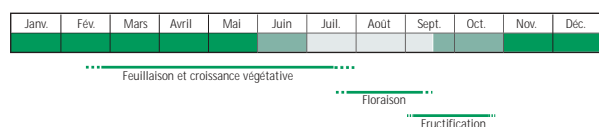
Artemisia molinieri est une espèce vivace (chamaephyte*) sociale qui forme des couverts très denses et floristiquement peu diversifiés. Les quelques trouées, liées à des perturbations passées, permettent le développement d'une riche flore d'annuelles.

Cycle biologique

Son développement végétatif commence en février avec l'apparition des premières feuilles vertes. Son cycle reproducteur est estival (de mi-juillet jusqu'à fin août). Les graines commencent à être mures à partir de mi-septembre. Les dernières feuilles vertes fanent en octobre/novembre.

La plante produit des stolons, peut-être aussi des marcottes, et elle se bouture aussi très facilement. Pour Couteaux & Pons⁹³, la multiplication végétative* serait l'unique moyen de propagation de la plante.

La plante est anémophile³⁸² mais le pollen est très mal dispersé puisque les étamines restent incluses dans la corolle des fleurons hermaphrodites⁹³. De plus, le pollen possède une très faible viabilité (10 à 30 % de pollen viable selon la population)³⁸². Cependant, la plante produit en abondance des akènes, dépourvus de pappus*, très légers et sans doute disséminés par le vent. Leur production est irrégulière selon les individus et selon la station³⁰⁷ et leur taux de germination est extrêmement faible³⁸². Ce dernier trait serait à mettre en relation avec l'irrégularité de la production pollinique chez un taxon d'origine probablement hybridogène⁹³ ou encore avec les conditions écologiques difficiles auxquelles se trouve confrontée l'Armoise (pâturage, inondation)³⁸². Ceci est sans doute compensé par le nombre important d'akènes produits par une simple plante³⁸². Au lac Redon, de nombreuses germinations étaient visibles en 2001 après exondation, dans des zones labourées au préalable.



Conditions environnementales

Hydrologie

L'habitat de cette espèce amphibie est caractérisé par :

- Une période d'inondation souvent longue, de l'automne au printemps (jusqu'à six à neuf mois) mais certaines années brève ou nulle.
- Une profondeur d'eau maximale de 20 à 70 cm, dont l'optimum semble se situer autour de 40 cm.

Reproduction

La floraison, tardive, est aérienne.

Substrat

Limons colluvionnaires d'origine anthropique (érosion ancienne des versants cultivés)⁹³. Substrat méso-eutrophe*.

Compétition interspécifique

L'Armoise de Molinier est héliophile*, et l'établissement de ligneux (*Fraxinus angustifolia* surtout) pendant les années sèches, ou d'hélophytes* pendant les années humides, lui est probablement néfaste (pas de données).

Impact des perturbations

Cette espèce ne semble pâturée ni par les ovins (Redon) ni par les chevaux (Gavoty), probablement en raison d'une teneur élevée en terpènes au stade végétatif²⁴¹.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Deux localités sont classiquement connues, le lac Gavoty et le lac Redon, où la plante est extrêmement abondante (plusieurs centaines de milliers de pousses aériennes).

La mise en culture d'une partie du lac Redon, en 2001, a détruit une partie non négligeable de la station*. La population d'Armoise s'est depuis montrée dynamique, de nombreuses germinations sont apparues dans les années qui ont suivi.

Plusieurs autres dépressions, susceptibles d'avoir accueilli dans le passé l'Armoise³⁰⁷, existent dans un rayon de quelques kilomètres autour de Gavoty et de Redon. Les efforts de drainage et une mise en culture systématique l'en auraient chassée. Dans trois de ces dépressions en friche, la découverte récente de petites populations d'Armoise de Molinier (d'un pied à moins d'une dizaine), pose la question du caractère relictuel ou au contraire pionnier de celles-ci. Moutte & Triat²⁶¹ ont trouvé, dans les sédiments d'un lac fossile du nord-ouest de Brignoles, des pollens d'Armoise. Ils ont émis l'hypothèse de la présence passée de l'Armoise de Molinier dans ce lac situé à plusieurs kilomètres des populations aujourd'hui connues. Néanmoins, Couteaux & Pons⁹³ réfutent cette hypothèse.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	"en danger" (E) ³⁹⁹
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste régionale PACA : arrêté du 9/05/1994 J.O. du 26/07/1994
Livres et listes rouges	France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Le déboisement et le lotissement des bassins versants entraînent un colmatage des dépressions et une modification de la qualité des eaux. La mise en culture des mares en années sèches constitue probablement un facteur de risque.

Facteurs naturels

Au lac Gavoty, l'implantation des ligneux, lié à une dynamique naturelle, est en cours (frênes, ormes), pouvant à terme transformer la dépression en forêt inondable, incompatible avec le maintien d'une population prospère de l'Armoise.

Risques liés aux populations

Le risque d'extinction au niveau du site est très faible dans les deux populations anciennement connues, numériquement très importantes (voir vol. 1, encadré 27).

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

- Plan de gestion en cours dans le cadre de l'élaboration du document d'objectifs des sites Natura 2000* incluant les deux principales mares à Armoise de Molinier.
- Acquisitions réalisées et en cours à Redon, dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires".
- Récolte et conservation *ex-situ* des semences par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, et culture de sauvegarde de l'espèce sur les terrains du Conservatoire depuis 1995.

Recommandations

- Etude du rôle des perturbations dans la dynamique et la conservation des formations à Armoise et des autres habitats prioritaires (*Lythron tribracteati* et *Heleochoilon*) concurrencés par l'Armoise.
- Etude taxinomique de l'Armoise de Molinier, dont le statut d'espèce endémique a été mis en doute. Ce type d'étude ne peut s'envisager qu'à l'échelle de la section *Abrotanum*.

- Maintien de la ceinture de ligneux bas à Paliure, Ormeaux et Prunellier (*Paliurus spina-christi*, *Ulmus minor*, *Prunus spinosa*), située à la périphérie des mares, en limite des zones inondables. Cette ceinture joue un rôle essentiel de filtre naturel des eaux avant rejet dans la dépression et de piège vis-à-vis des éléments fins susceptibles de colmater les mares.

Références bibliographiques

Aboucaya *et al.*, 2002¹ ; Berner, 1968³¹ ; Camus, 1903⁶⁰ ; Couteaux & Pons, 1987⁹³ ; Curletti & Ponel, 1994⁹⁴ ; Guinochet, 1982¹⁶⁷ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Masotti *et al.*, 2003²⁴¹ ; Médail & Quézel, 1994²⁴⁵ ; Moutte & Triat, 1968²⁶¹ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Quézel *et al.*, 1966³⁰⁷ ; Torrel *et al.*, 1999³⁸² ; Tutin *et al.*, 1964-1980³⁸⁶ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteurs : Michaud H.

Collaborateurs : Rombaut D. & N. Yavercovski

Crypsis schoenoides (L.) Lam.

ANGIOSPERMES

POACEAE

Principaux synonymes

Heleochoa schoenoides (L.) Host ex Roem.

Noms français : Crypside ovoïde, Crypside faux choïn

Nom italien : Brignolo ovato

Nom anglais : Swamp Pricklegrass

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification²⁹²

- Plante herbacée annuelle (thérophyte* à scape*).
- Tige ramifiée dès la base, de 5 à 25 cm de long, appliquée sur le substrat (rarement dressée).
- Feuilles bien caractéristiques des graminées (Poaceae), à gaine* glabre et un peu renflée, à ligule constituée de poils, à limbe long de 1 à 3 cm et large de 3 à 4 mm, écarté de la tige.
- Inflorescence en épi cylindrique, de 5 à 8 mm de diamètre et de 1 à 3 cm de long, comprenant un grand nombre d'épillets, chacun constitué d'une seule fleur à trois étamines.

Espèces proches

Les jeunes stades de *Crypsis aculeata* et de *Cynodon dactylon*, mais au stade de la floraison, la confusion n'est plus possible :

- L'inflorescence de *C. dactylon* est constituée d'épis digités, allongés et très étroits.
- L'inflorescence de *C. aculeata* a l'aspect d'un minuscule capitule enfoui dans les bractées*, avec des fleurs à deux étamines.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Taxon considéré comme paléo-subtropical²⁹².

France

Espèce de plusieurs étangs, cours d'eau et mares du littoral méditerranéen (Roussillon, Languedoc, Provence) et du littoral de la Corse. Elle se rencontre également sur le littoral atlantique, de la Gironde au Finistère.

Italie

Nombreuses provinces de l'Italie péninsulaire (Trentin, Lombardie, Piémont, Ligurie, Emilie-Romagne, Toscane, Lazio, Abruzze), Sardaigne et Sicile.

Espagne

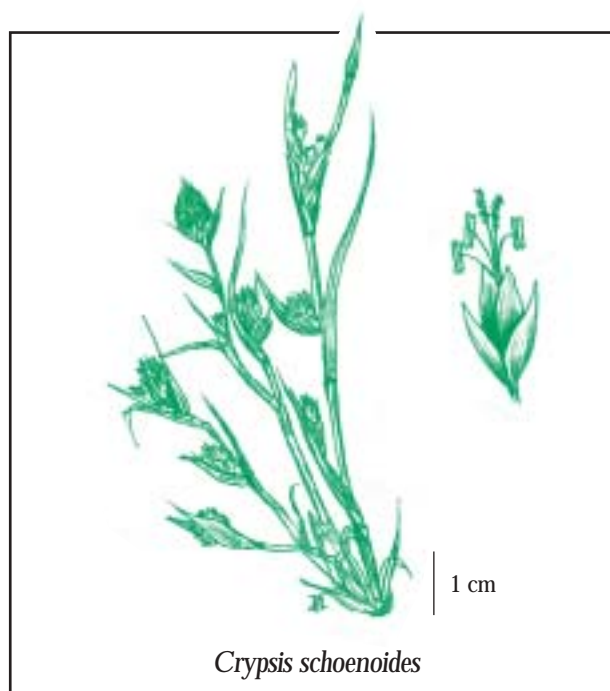
Dispersé dans tout le pays, avec un maximum de fréquence dans le centre¹⁷⁷.

Maroc

Péninsule tingitane, Maroc occidental septentrional, Moyen Atlas.

Algérie

Région du Tell.



Habitat

Description générale

Crypsis schoenoides se rencontre en été et au début de l'automne, sur les rives argilo-limoneuses asséchées d'étangs méso-eutrophes*, sur les rives de quelques barrages hydro-agricoles (Corse) et dans des mares temporaires (en France, au Maroc dans les "dayas" de la plaine et des basses montagnes, etc.). Il se rencontre parfois sur les bordures limoneuses de cours d'eau (Corse, Algérie), dans des fossés ainsi que dans des pâtures inondables piétinées.

Ses conditions optimales de vie sont des substrats argilo-limoneux subissant l'alternance d'une phase longuement inondée et d'une phase d'assec au cours de l'été (parfois jusqu' au début de l'automne).

La hauteur d'eau maximale peut aller de quelques décimètres (mares ou fossés) à plusieurs mètres (barrages hydro-agricoles). Cette espèce supporte une légère salinité du substrat.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.343 Gazons méditerranéens halo-nitrophiles (*Heleochoion*)
"Végétation post-estivale légèrement halophile et nitrophile des terrains temporairement inondés, avec *Crypsis schoenoides*, *C. aculeata*, *C. alopecuroides* et *Centaurium spicatum*".

Phytosociologie* 54, 240, 250, 277, 281, 286, 318, 319

Crypsis schoenoides (dont l'ancien nom est *Heleochoa schoenoides*) caractérise les formations de l'*Heleochoion*.

En Corse et en Espagne

Classe des *Isoeto-Nanojuncetea*

Ordre des *Nanocyperetalia*

Alliance de l'*Heleochoion*

Associations* et groupements indiqués dans la littérature :

- *Crypsio (aculeatae)-Heleochoetum schoenoidis* Oberdorfer 1952 (sud de l'Europe continentale, Corse).

- *Heleochloo schoenoidis-Fimbristyletum biumbellatae* Br.-Bl. & Rivas Goday in Rivas Goday 1956 corr.⁵⁴ (Espagne).
- *Heliotropio supini-Heleochloetum schoenoidis* Rivas Goday 1955 (Espagne, Corse).
- *Lythro flexuosi-Heleochloetum schoenoidis* Rivas Martinez 1966 (Espagne).
- *Crypsis schoenoidis-Cyperetum micheliani* Martinez Parras *et al.* 1988 (Espagne, Corse).
- *Chenopodio chenopodioidis-Crypsidetum schoenoidis* Paradis & Lorenzoni 1994 (Corse).
- *Echinochloo cruris-galli-Crypsidetum schoenoidis* Paradis & Lorenzoni 1994 (Corse).
- Groupement à *Crypsis schoenoides* et *Corrigiola littoralis* (in Paradis & Lorenzoni²⁷⁷) (Corse).
- Groupement à *Crypsis schoenoides* et *Cotula coronopifolia* (in Paradis & Lorenzoni²⁷⁷) (Corse).

En France continentale

Les groupements de l'*Heleochloion* n'ont pas été étudiés en détail. Un seul groupement est signalé, le groupement à *Crypsis aculeata*²¹⁵, dans lequel figurent aussi *C. schoenoides* et parfois *Cressa cretica*.

Au Maroc

Crypsis schoenoides se rencontre le plus souvent avec *Corrigiola littoralis*, *Heliotropium supinum* et *Hypericum tomentosum*.

Remarque

Alors que les groupements de l'*Isoetion* sont printaniers et oligotrophes*, les groupements de l'*Heleochloion* sont estivo-automnaux et méso-eutrophes.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophyte* (espèce annuelle).

Reproduction

Aérienne.

Floraison et fructification

- En Corse, de mi-août à fin septembre.
- Au Maroc, entre juin et août.

Stratégie adaptative (sensu Grime¹⁶³)

Stratégie des rudérales tolérantes au stress (S-R). Les perturbations correspondent à l'inondation et au pacage des animaux au cours de l'été et au début de l'automne. Les stress résultent de l'assèchement du sol au cours de l'été et au début de l'automne, assèchement variable suivant la topographie et les caractères édaphiques*.

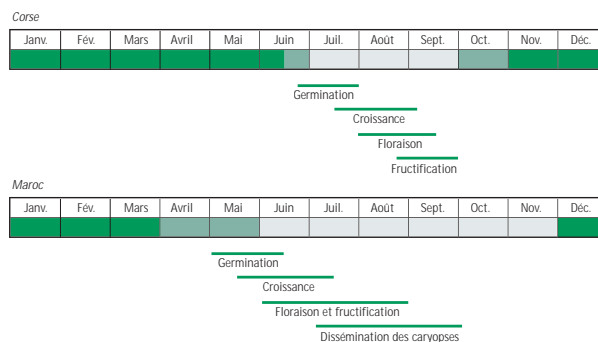
Caryopses

Longueur : 0,5 mm maximum.

Cycle biologique

- En fin de printemps ou en début d'été : germination des caryopses puis formation des plantules pendant l'assèchement (date variable selon le climat et l'hydrologie) sur un substrat encore humide ou sous une très faible profondeur d'eau (inférieure à 10 cm).

- Au cours de l'été : croissance des plantes sur un substrat asséché (la végétation printanière compétitive disparaît complètement ou partiellement laissant la place à l'installation d'espèces estivales), puis floraison sur le substrat devenu très sec.
- En fin d'été et au début de l'automne : fructification (fin août à fin septembre), puis mort des plantes et désagrégation des épis.



Conditions environnementales

Hydrologie

L'alternance entre une longue inondation hiverno-printanière et une émergence estivale paraît indispensable.

Substrat

Substrat méso-eutrophe de granulométrie fine (argile et limon), riche en débris organiques et en nutriments, en nitrates en particulier. Il est parfois oligotrophe*, dans les dayas* des forêts de Chêne liège au Maroc. Il peut être légèrement saumâtre en surface (souvent plus salé en profondeur) expliquant la présence de *Tamarix* spp. à proximité de beaucoup de stations littorales à *Crypsis schoenoides*. Le tassement du substrat est généralement assez important.

Compétition interspécifique

Espèce exigeante en lumière (héliophile*), *Crypsis schoenoides* supporte mal le recouvrement par des espèces de grande taille comme *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, divers *Scirpus* ou *Paspalum distichum*, d'où sa localisation sur des zones dénudées.

Impact des perturbations

La possibilité d'implantation et de maintien des groupements végétaux de l'*Heleochloion* nécessite une dénudation, généralement due à une intervention humaine :

- Coupes volontaires d'hélophytes* pour créer des zones de chasse par exemple.
- Pacage et piétinements par les bovins : le piétinement par les bovins provoque un degré assez élevé de tassement du substrat, ce qui empêche les hélophytes de grande taille de s'implanter et ne gêne pas les germinations et la croissance des thérophytes de l'*Heleochloion*.
- etc.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En Corse

Cette espèce occupe une douzaine de sites :

Les mares temporaires méditerranéennes

- Trois sur la côte occidentale, dans la basse vallée du Taravo (étang de Tanchiccia, étang de Canniccia^{276, 277, 278, 279, 281} (Paradis observations inédites, 2003)).
- Deux à proximité du fleuve Stabiaccio à Porto-Vecchio²⁸⁰.
- Trois sur la côte orientale, étang de Gradugine²⁸³, barrage d'Alzitone près de Ghisonaccia, barrage de Teppe Rosse, près d'Aleria^{277, 278}.

En France continentale

Elle occupe plus d'une vingtaine de stations :

- Pyrénées-Orientales : retenue de Villeneuve-la-Raho et alluvions de l'Agly.
- Aude et Hérault : étangs de Capestang, de Poilhès, d'Ouveillan, de l'Estagnol et çà et là dans la basse plaine de l'Aude. Marais du Sesquiers à Mèze, mares de Notre-Dame de l'Agenouillade à Agde, mares et fossés à Roquehaute, à Saint-Martin-de-Londres et à Saint-Nazaire de Pézan, etc.
- Gard : marais à Aigues-Mortes, étangs de Pujaut et de la Capelle, et alluvions du Gardon à Dions.
- Vaucluse : prairies inondables à Monteux.
- Bouches-du-Rhône : en Camargue (fossés à la Tour du Valat, marais du Verdier).
- Var : lac Redon à Flassans, bassins de Badelune au Cannet-des-Maures, mares à Grimaud et à Hyères, fossés à Roquebrune-sur-Argens. Non revue récemment à Fréjus.

Au Maroc

On compte plus d'une vingtaine de stations dans les régions de Tanger, de Larache-Casablanca et du Moyen Atlas.

Etat de conservation

En France

La population de Tanchiccia (Corse) semble en régression par rapport aux observations antérieures de Paradis²⁸¹. Par contre, toutes les autres populations de l'île sont, soit stables, soit en augmentation.

En France continentale, les populations sont nombreuses, parfois très importantes numériquement dans la région de Capestang, Ouveillan, Poilhès, etc. L'espèce paraît avoir régressé sur le littoral immédiat dans les Pyrénées-Orientales et a disparu de celui des Alpes-Maritimes³³². Elle se maintient bien ailleurs : le nombre de localités nouvelles compense largement celui des données anciennes non confirmées. Elle semble être apparue en Camargue et dans la plaine rhodanienne entre Arles et Tarascon à la faveur du dessalement consécutif à l'extension des rizières²⁵⁶.

Au Maroc

Les populations paraissent assez stables malgré les pressions croissantes sur les sites.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste régionale PACA : arrêté du 9/05/1994 J.O. du 26/07/1994
Livres et listes rouges	France, livre national : espèce à surveiller ²⁷⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Le comblement des mares et des étangs (au Maroc, à Tanchiccia en Corse), leur drainage pour l'agriculture ou leur mise en eau permanente pour la chasse (France continentale), leur surcreusement pour l'extraction de sédiments ou de roches (Maroc) constituent les principales menaces. Au Maroc, certains sites situés près des grandes villes sont également menacés de destruction à moyen terme par l'urbanisation.

Facteurs naturels

La plante est favorisée par le pâturage ovin ou taurin (France, Maroc), ainsi que par certains aménagements cynégétiques comme le creusement de mares dans les roselières.

Risques liés aux populations

En France continentale, l'isolement des populations du Var ou des mares exiguës de l'intérieur des terres en Languedoc-Roussillon constitue une menace potentielle.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

- En Corse : il n'existe actuellement aucune mesure de gestion, par suite de la non-maîtrise foncière des sites.
- En France continentale : le document d'objectif du site Natura 2000* des mares du Centre Var prend en compte cette espèce mais aucune mesure de gestion n'est connue pour les autres sites. Le Conservatoire Botanique Méditerranéen de Porquerolles récolte et conserve (*ex-situ*) des semences.
- Au Maroc : l'espèce n'est pas protégée et ne bénéficie d'aucune mesure de gestion.

Recommandations

- Assurer une gestion par le pâturage extensif des bovins en maintenant le fonctionnement hydrologique adéquat (France continentale, Corse, Maroc).
- Promouvoir au Maroc un suivi des stations ainsi qu'une maîtrise de l'urbanisation à court terme.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Braun-Blanquet *et al.*, 1952⁴⁹ ; Brullo & Minissale, 1998⁵⁴ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Martinez Perras *et al.*, 1988²⁴⁰ ; Molero & Romo, 1988²⁵⁰ ; Molinier & Tallon, 1974²⁵⁶ ; Paradis & Lorenzoni, 1994^{277, 278} ; Paradis & Orsini, 1992²⁷⁶ ; Paradis & Pozzo di Borgo, 2000²⁸⁰ ; Paradis & Piazza, 1995²⁷⁹ ; Paradis *et al.*, 2002²⁸³ ; Paradis, 1992²⁸¹ ; Peinado Lorca *et al.*, 1988²⁸⁶ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Rivas Goday, 1964³¹⁸, 1970³¹⁹ ; Rivas-Martínez *et al.*, 2001³²⁰ ; Salanon *et al.*, 1994³³² ; Valdés *et al.*, 2002³⁹¹.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo-di-Borgo

Collaborateurs : Grillas P., H. Michaud, L. Rhazi & N. Yavercovski

Damasonium polyspermum Coss.

ANGIOSPERMES

ALISMACEAE

Principaux synonymes

D. stellatum Thuill. var. *polyspermum* (Coss.) Loret & Barrandon
D. stellatum Thuill. var. *polyspermum* (Coss.) P. Fourn.
D. alisma Mill. proles *polyspermum* (Coss.) Rouy
 "D. *alisma* Mill. var. *polyspermum* Loret & Barrandon" in Guin. & R.Vilm.
D. alisma Miller subsp. *polyspermum* (Coss.) Maire

Nom français : Etoile d'eau à nombreuses graines

Noms espagnols : Saeta de agua, Cola de Golondrina, Almea, Azumbar

Nom italien : Mestolaccia siciliana

Nom marocain : Mizmar er raai

Noms anglais : Starfruit, Thrumwort

Sous-espèces

Aucune

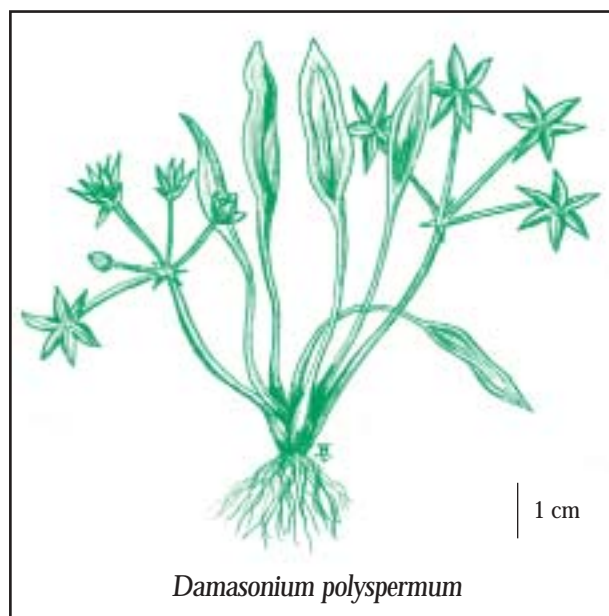
Description/Critères d'identification

- Petite plante annuelle à feuilles toutes basales et disposées en rosette.
- Premières feuilles submergées linéaires et ne persistant pas, ensuite remplacées par des feuilles flottantes à long pétiole et à limbe étroit et lancéolé, atténué ou plus ou moins tronqué à la base, à nervation transversale peu visible.
- Feuilles développées lors de la phase exondée, ressemblant aux feuilles flottantes mais avec un pétiole plus court et un limbe plus épais.
- Inflorescence le plus souvent à un, parfois plusieurs verticilles ombelliformes superposés. Fleurs hermaphrodites à trois sépales herbacés persistants et trois pétales colorés caducs. Pétales 2 à 2,5 fois plus longs que les sépales ($5,4 \pm 0,4$ mm x $4,1 \pm 0,6$ mm), blancs, tachés de jaune à la base et plus ou moins colorés de rose au sommet.
- Fruit composé de 6-9 carpelles disposés en étoile (follicules), caducs à la maturité. Cinq à plus de 20 graines cylindriques, pourvues de crêtes transversales (dimensions : 0,9-1,2 mm x 0,5-0,7 mm), par carpelle mûr.

Espèces proches

Damasonium alisma Mill. ne possède que deux grosses graines (1,7-2,5 mm x 0,8-1,2 mm) par carpelle à maturité du fruit. Selon certains auteurs, d'autres caractères distinctifs sont une taille et une robustesse souvent plus importantes de la plante, des feuilles arrondies à cordées* à la base, à nervures transversales obliques visibles par transparence, des pétales plus petits ($4,2 \pm 0,5$ mm x $3,7 \pm 0,5$ mm) dépourvus de couleur rosée à leur sommet, et des anthères plus courtes ($0,75 \pm 0,006$ mm contre $0,82 \pm 0,12$ mm). La pertinence de ces autres caractères demande cependant à être confirmée, notamment en relation avec l'effet du milieu (hauteur d'eau, durée de l'immersion, etc.).

Les deux *Damasonium* ne sont pas toujours distingués par les botanistes. Selon Rich & Nicholls-Vuille³¹⁶, ils sont également bien distincts par leurs aires de répartition largement disjointes



et par leurs nombres chromosomiques (*D. alisma* $2n = 28$, tétraploïde ; *D. polyspermum* $2n = 14$, diploïde*).

Baldellia ranunculoides (L.) Parl. se distingue, à tous les stades de son développement, par l'odeur de coriandre dégagée lors du froissement des feuilles. A la floraison ou à la fructification, la disposition en tête globuleuse des nombreux carpelles obovoïdes (≈ 2 mm) lève toute ambiguïté.

Alisma spp. : Les trois espèces d'*Alisma* de la flore française ont ordinairement une robustesse bien supérieure à *Damasonium polyspermum*. A la floraison ou à la fructification, elles s'en distinguent aisément par leurs carpelles nombreux, ovales obtus, très comprimés et verticillés sur un rang. A la différence des *Damasonium*, ce sont toutes des espèces vivaces.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce ouest-méditerranéenne.

France

France méditerranéenne, du Biterrois (Hérault) au Centre Var (Var).

Autres pays méditerranéens

Afrique du Nord : dans les dayas* d'eau douce, surtout dans les montagnes, en Cyrénaïque, dans les Hauts Plateaux du nord-ouest de l'Algérie et dans le Moyen Atlas au Maroc.

Italie : sud-ouest de la Sicile dans la zone littorale²⁹².

Bords d'étangs et mares de la péninsule ibérique, dans le centre et le sud de l'Espagne ainsi qu'au Portugal, en Grèce et en Syrie.

Habitat

Description générale

Terrains temporairement inondés par des eaux douces ou faiblement saumâtres de l'étagé mésoméditerranéen : mares, bordures d'étangs et lagunes.

Les mares temporaires méditerranéennes

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.32 Pelouses amphibies annuelles, naines, septentrionales (*Cyperetalia fusci*)

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Communautés amphibies d'espèces naines (*Isoetion* Br.-Bl. 1931).

Phytosociologie*

- Pelouses amphibies annuelles, naines, septentrionales (*Cyperetalia fusci*) :
 - *Lythrum tribracteati* (par exemple association* à *Lythrum tribracteatum* et *Teucrium aristatum*^{215, 252}).
 - *Elatino triandrae-Eleocharition ovatae* (par exemple *Elatinum macropoda*).
- Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*) :
 - Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*).
 - *Damasonium polyspermum* transgresse parfois dans des formations plus tardives et au caractère eutrophe* voire halophile* plus marqué : *Heleochloion schoenoidis*.

Ces différents types de végétation se rencontrent fréquemment en mosaïque avec des communautés vivaces à base d'*Eleocharis palustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis*, *Mentha cervina*, *Artemisia molinieri*, *Isoetes setacea*, etc. (*Preslion cervinae*, *Isoetion*, *Phragmition*, etc.).

Espèces compagnes

Les espèces les plus souvent associées à *Damasonium polyspermum* sont : *Lythrum tribracteatum* dans toutes les localités françaises, ainsi que, selon les stations *L. hyssopifolium*, *Pulicaria vulgaris*, *P. sicula*, *Myosurus minimus s.l.*, *Juncus bufonius s.l.*, *J. tenageia* et *Herniaria glabra*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèce annuelle (thérophyte*).

Reproduction

Aérienne.

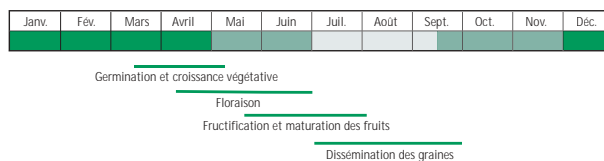
Semences (voir supra § Description)

La longévité des graines dans le sédiment n'est pas connue, mais l'observation de la dynamique des populations naturelles laisse à penser qu'elle est importante.

Cycle biologique

Germination des graines et développement des feuilles flottantes durant la phase inondée (fin de l'hiver, début du printemps). Floraison printanière (d'avril à juin) jusqu'aux premières sécheresses, mais pouvant se prolonger ou reprendre à l'automne si l'humidité du substrat est suffisante. Maturation des fruits et dissémination des graines durant la phase exondée (été) et avant les pluies d'automne qui marquent la fin du cycle.

Sud de la France



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des graines, très irrégulière d'une année à l'autre, nécessite la submersion (quelques centimètres) ou un sol saturé au printemps avec un faible recouvrement de la végétation (forte insolation). La plante peut rester au stade végétatif sous une eau très peu profonde, avec des feuilles flottantes caractéristiques, mais doit émerger rapidement pour la floraison et la fructification. La taille, la densité des individus et la durée de leur cycle, montrent une variabilité spatiale au sein de la mare, en relation avec les gradients hydrologiques (durée d'inondation, dates de mise en eau et d'assèchement), eux-mêmes dépendants des gradients topographiques.

Substrat

Plante indifférente à la nature du sol et supportant des conditions légèrement salines.

Compétition interspécifique

Espèce très exigeante en lumière (héliophile*) et donc très sensible à tout couvert végétal au stade de la germination.

Impact des perturbations

Les perturbations contribuant à limiter la végétation concurrente sont favorables alors que celles conduisant à l'enfouissement des graines empêchent la germination (piétinement et fouissement par le bétail et la faune sauvage, labour, surcreusement ou curage de mare, etc.) (voir vol. 1, encadré 38).

Conservation - Gestion

Estimation des populations

France

L'espèce est présente actuellement dans 10 sites :

- Hérault : Vendres/Sauvian (Malhol de l'Eau), Agde (Notre-Dame de l'Agenouillade), Montarnaud (mare des garrigues de Tamareau).
- Gard : La Capelle-et-Masmolène (étang de la Capelle).
- Bouches-du-Rhône : Arles (Tour du Valat & mare de Lanau), Saint-Antonin-sur-Bayon (plateau du Cengle).
- Var : Gonfaron (lac de Bonne Cougne), Flassans-sur-Issole (lac Redon), Besse-sur-Issole (lac Gavoty).
- Absent de Corse.

Italie

On ne connaît qu'une station, sur le littoral de la Sicile⁸⁶.

Espagne (Medina, com. pers.)

L'espèce est présente dans 13 provinces du centre et du nord du pays (entre 50 et 100 sites) et trois provinces du sud du pays (une vingtaine de sites).

Portugal

Un seul site abrite cette espèce (Medina, com. pers.).

Maroc

L'espèce n'est pas considérée comme rare¹³³.

Remarque

Les deux espèces de *Damasonium* n'ayant pas toujours été distinguées par les botanistes, certaines données restent imprécises : ainsi des publications anciennes citent *D. alisma sensu lato* dans les dépressions fermées de la plaine Roussillonnaise (entre Têt et Tech)³⁵¹, dans les mares du littoral à Argelès-sur-Mer¹⁵⁵ et dans les marais de Montmajour (Arles/Fonvieille) (Jacquemin 1848 *in* Molinier²⁵⁷). Dans la région méditerranéenne française, *D. alisma* n'est connu avec certitude que de l'extrême sud du Larzac³⁰ et paraît donc exclu de l'étagage mésoméditerranéen.

Etat de conservation

En France, huit populations ont disparu ou n'ont pas été revues, sur les communes de Sauvian (plateau de Vendres), de Portiragnes/Vias (Roquehaute), d'Agde (mares de Rigaud), de Redessan, Jonquières, Manduel (étangs de Jonquières, de Campuget et de Redessan), de Bellegarde et de la Barben (mare de l'Estagnolet).

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : "à surveiller" ²⁷⁴ - Grèce, livre national : "vulnérable" ²⁹⁰ - Italie, livre national : "vulnérable" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces**Facteurs anthropiques**

Plusieurs populations ont disparu suite au comblement ou au drainage des dépressions qui les abritaient, en relation avec des aménagements agricoles (plateau de Vendres, mares et étangs de la Costière nîmoise) ou avec l'urbanisme (mares de Rigaud à Agde).

Facteurs naturels

L'espèce étant annuelle, elle est peu concurrentielle vis-à-vis d'espèces vivaces sociales (*Artemisia molinieri*, *Mentha cervina*, *Isoetes* spp. *Eleocharis palustris*, etc.), ce qui est en partie compensé par l'importance de sa banque de graine. Dans de nombreuses dépressions, l'apparition de *Damasonium* d'une année à l'autre n'est pas régulière³⁷.

Risques liés aux populations

Ce risque est modéré en l'absence de perturbation majeure, en raison de la fertilité de la plante et de la longévité des graines dans le sédiment.

Mesures de gestion et de conservation**Mesures actuelles**

La mare de Lanau (Bouches-du-Rhône) a été acquise par le CEEP en 1998.

Les seules mesures de gestion aujourd'hui connues sont :

- Le suivi des populations de la mare de Lanau en Crau, en relation avec la gestion du pâturage.
- Un plan de gestion en cours dans les mares du Centre Var, dans le cadre de l'élaboration des Documents d'Objectifs des sites Natura 2000*.
- La conservation *ex-situ* des semences par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.

Recommandations

- Encourager ou maintenir le pâturage, favorable à l'expression de l'espèce comme toute autre ouverture des formations végétales pérennes*.
- Promouvoir l'acquisition de sites à *Damasonium*, souvent riches par ailleurs en espèces rares, ainsi que leur mise en gestion.

Références bibliographiques

Bernard, 1997³⁰ ; Bigot, 1955^{36, 37} ; Braun-Blanquet, 1935⁴⁸ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Gautier, 1898¹⁵⁵ ; Guinochet & Vilmorin, 1978¹⁶⁶ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Michaud & Molina, 1999²⁴⁹ ; Molinier, 1981²⁵⁷ ; Molinier & Tallon, 1947²⁵² ; Molinier & Tallon, 1948²⁵³ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Phitos *et al.*, 1995²⁹⁰ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Pouzol de, 1862^{100, 101} ; Rich & Nicholls-Vuille, 2001³¹⁶ ; Rivas-Goday, 1970³¹⁹ ; Simonneau, 1967³⁵¹ ; Vuille, 1987³⁹⁸.

Auteur : Michaud H.

Collaborateur : Yavercovski N.

Elatine brochonii Clavaud

ANGIOSPERMES
ELATINACEAE

Principaux synonymes

E. hydropiper L. var. *pedunculata* (Moris) Fiori
E. hexandra (Lapierre) DC. subsp. *brochonii* (Clavaud) P. Fourn.

Nom français : Elatine de Brochon

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{76, 96, 138, 381}

- Plante herbacée, amphibie, de petite taille (2-7cm), avec un système racinaire relativement long et important.
- Feuilles opposées, spatulées, plus ou moins pétiolées avec une tige grêle lisse, couchée souvent ramifiée et s'enracinant aux nœuds.
- Fleurs hermaphrodites, actinomorphes*, petites n'excédant pas 5 mm, sessiles*, solitaires à l'aisselle des feuilles, avec trois sépales libres persistants sur le fruit, le dépassant à peine, et trois pétales libres blancs à nervures roses. Androcée formé de six étamines disposées sur deux verticilles.
- Fruit : capsule* sphérique légèrement aplatie, à trois valves. Graines nombreuses, petites, réticulées, droites ou à peine arquées, avec des côtes longitudinales, striées transversalement.
- Coloration brunâtre de la plante en fin de cycle.

Espèces proches

- *Elatine hexandra* présente des fleurs pédicellées (elles sont sessiles chez *E. brochonii*).
- *Lythrum borysthenicum* a des pétales purpurins (et non roses blanchâtres), des sépales plus longs que la capsule (la dépassant à peine chez *E. brochonii*) et une tige rude et non grêle.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce ouest-méditerranéenne.

France

Présente dans le Sud-Ouest (Gironde, Landes, Pyrénées-Atlantique) et en Corse^{81, 136, 219, 274, 346, 392}.

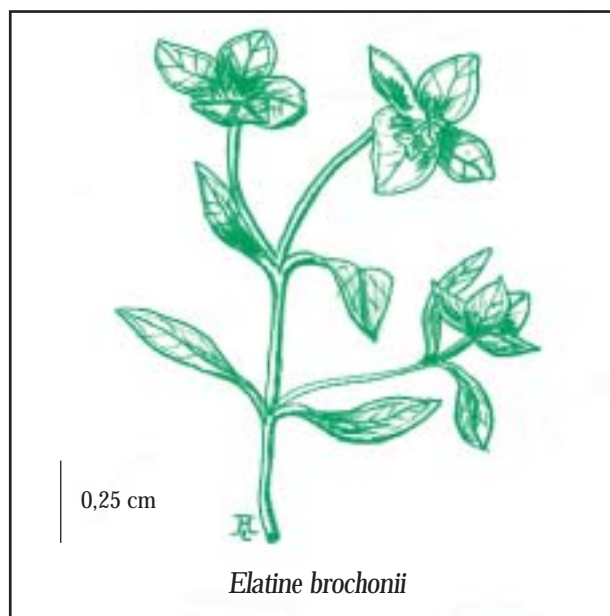
Autres pays méditerranéens

Espagne⁷⁶, Maroc³⁰³, Algérie^{292, 386}

Habitat

Description générale

En France, *Elatine brochonii* se rencontre sur des bordures d'étangs temporaires du sud-ouest de la France sur substrat siliceux à mise en eau irrégulière entre années. En Corse, cette espèce est présente sur un seul site (mare de Padulellu) dans une dépression qui entaille une crête granitique (105 m d'altitude) couverte d'un matorral* bas. La mise en eau et l'assèchement, irréguliers d'une année à l'autre, se fait par les eaux de pluie et l'évaporation. La hauteur maximale de l'eau enregistrée en 1996 (année très pluvieuse) était de 80 cm²¹⁹.



Sur les plaines atlantiques du Maroc, les mares temporaires à *Elatine brochonii* se localisent dans les forêts de Chêne liège (suberaie* de Mamora et de Benslimane) sous une ambiance bioclimatique subhumide à semi-aride. Leur mise en eau a lieu le plus souvent en décembre-janvier, uniquement par les eaux de pluie, et leur assèchement se produit en avril-mai. *E. brochonii* apparaît également au Maroc dans des mares de montagne en terrain siliceux^{133, 228, 229, 230}.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)
22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

Phytosociologie*

Elatine brochonii se trouve en mélange avec *Juncus pygmaeus*, *J. bufonius*, *Lythrum hyssopifolia*, *Illecebrum verticillatum*, *Exaculum pusillum* et *Isoetes velata*, ce qui l'inclut dans deux alliances, l'*Isoetion velatae* et le *Cicendion*²¹⁹ :

Classe : *Isoeto-Nanojuncetea*

Ordre : *Isoetalia*

Alliance : *Isoetion velatae* Br.-Bl. 1931

Alliance : *Cicendion filiformis* Rivas Goday (1961, 1964) Br.-Bl. 1967.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophyte* (annuelle).

Stratégie adaptative

Tolérant aux stress-rudéraux (S-R)¹⁶³.

Reproduction

Aérienne.

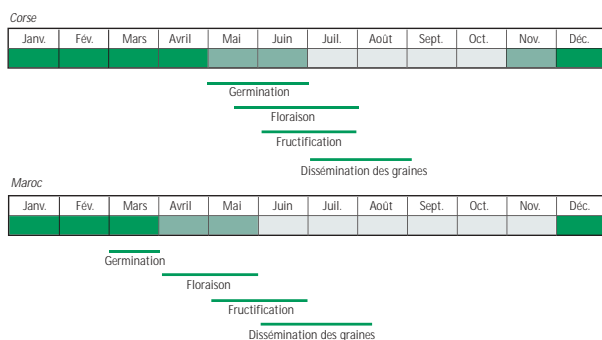
Semences

Graines nombreuses (33 à 50 graines par capsule), longévives* dans le sédiment, petites (longueur : 0,63 mm ; largeur : 0,27 mm) avec un poids inférieur à 1,4 mg.

Cycle biologique

Plante amphibie à cycle très court. Elle commence son cycle biologique sous l'eau ou juste après l'exondation et le termine hors de l'eau. Son apparition, irrégulière d'une année à l'autre, et à des dates différentes, a été notée dans le sud-ouest de la France³⁴⁶. En Corse, la germination a lieu à la fin du printemps (mai-juin), seulement les années humides. La floraison se produit de mai à juillet, la fructification en juin et juillet, et les graines sont disséminées en juillet et août.

Au Maroc, *Elatine brochonii* germe en février-mars et forme en avril les boutons floraux qui se transforment très rapidement en fleurs. La fructification a lieu d'avril à juin avec la dissémination des graines³¹³.



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des graines nécessite un sol inondé (quelques centimètres) ou saturé en mars, et une forte insolation (sol nu). La plante peut rester au stade végétatif sous une eau très peu profonde mais doit émerger rapidement pour la floraison et la fructification³¹⁴.

Substrat

Acide, oligotrophe* dans les stations marocaines, mésotrophe* en Corse.

Compétition interspécifique

Espèce très exigeante en lumière (héliophile*), *Elatine brochonii* est très sensible à tout couvert végétal au stade de la germination.

Impact des perturbations

Les perturbations contribuant à limiter la végétation concurrente sont favorables à *Elatine brochonii* alors que celles conduisant à enfouir les graines empêchent la germination (87 % de germination quand les graines sont en surface pour seulement 13 % et 6 % quand les graines sont enfouies respectivement sous 2 mm et 5 mm de sable). Cet enfouissement peut être causé sur le terrain par le passage ou le fouissement des animaux sauvages et domestiques, la sédimentation (Padulellu), et le passage des véhicules.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En France continentale, 13 stations étaient autrefois connues dans le Sud-Ouest, dont une seule semble subsister²⁷⁴, un seul site l'est en Corse (mare de Padulellu²¹⁹), et au moins huit au Maroc^{133, 346}.

Etat de conservation

L'instabilité interannuelle de l'espèce rend délicate l'évaluation de l'état des populations. Cependant la plupart des sites en France continentale ne semblent plus occupés, et la population de Corse reste fragile. Au Maroc, les populations paraissent mieux conservées mais sont dans un contexte de pression anthropique croissant rapidement, particulièrement autour de Rabat. La bonne conservation des stocks semenciers* dans le sol permet d'espérer un maintien des populations à l'état dormant.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - Espagne, liste nationale : "vulnérable" ¹³ - Maroc : "très rare" (RR) ^{133, 181, 381}

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Creusement et prélèvement du sédiment, passages fréquents de véhicules créant des pistes dans la mare (mare de la Mamora au Maroc) ou formation d'un cône de déjection sableux recouvrant en partie la station d'*Elatine* (mare de Padulellu en Corse).

Facteurs naturels

La concurrence par la végétation terrestre (*Cistus monspeliensis*, *Pistacia lentiscus* ou *Myrtus communis*, etc.) ou par des héliophytes (*Scirpus maritimus*, *Eleocharis palustris*, etc.) ne constitue qu'un problème temporaire, inhérent aux mares temporaires méditerranéennes, si le fonctionnement hydrologique n'est pas modifié.

Risques liés aux populations

Malgré ses stocks semenciers élevés, permettant le maintien des populations, des risques d'extinction peuvent se poser à l'avenir surtout dans les sites du sud de la Méditerranée où l'espèce peut être considérée comme étant à sa limite latitudinale inférieure. La fréquence d'années sèches dans ces pays (Maroc) pourrait entraîner à long terme une régression des populations d'*Elatine brochonii*. Le faible nombre de sites augmente le risque d'extinction.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Aucune

Recommandations

- En France et au Maroc, la surveillance systématique des populations connues est recommandée ainsi qu'une évaluation du milieu, de l'état des populations (incluant les stocks semenciers), et des possibilités éventuelles de leur restauration.
- Sur la mare de Padulellu (Corse), il est urgent de stopper le processus de sédimentation (sable issu de l'érosion du chemin de bordure de la mare) et, à cette fin, de reconstituer la ceinture de maquis à myrte ; il faut également interdire le passage et le stationnement des véhicules dans la mare.
- Au Maroc, le maintien du pâturage semble favorable pour limiter le recouvrement de la végétation concurrente.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Anonyme, 2000¹³ ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Cirujano & Velayos, 1993⁷⁶ ; Clavaud, 1883⁸¹ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fiton, 1916¹³⁶ ; Fournier, 1936¹³⁸ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Lesouéf & Richard, 1995²¹⁰ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹ ; Maire, 1926²²⁸, 1932²²⁹, 1952-1987²³⁰ ; Médail *et al.*, 1996²⁴³ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Quézel & Santa, 1962-1963³⁰³ ; Rhazi *et al.*, 2001^{313, 314} ; Rivas-Goday, 1970³¹⁹ ; Schotsman & Bosserdet, 1966³⁴⁶ ; Schotsman, 1985³⁴⁷ ; Titolet & Rhazi, 1999³⁸¹ ; Tutin *et al.*, 1964-1980³⁸⁶ ; Vanden Berghen³⁹², 1966 ; Vivant, 1960³⁹⁶.

Auteurs : Rhazi L.

Collaborateurs : Grillas P., G. Paradis & D. Titolet

Eryngium pusillum L.

ANGIOSPERMES
APIACEAE

Principaux synonymes

E. barrelleri Boiss.

Nom français : Panicaut nain de Barrellier

Nom italien : Calcatreppola di Barrellier

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Chardon de petite taille, en touffes appliquées sur le sol.
- La touffe comprend, suivant son âge, un plus ou moins grand nombre d'unités. Une unité comporte une tige principale, portant à sa base une rosette de feuilles et se terminant par un capitule (inflorescence). La tige peut se ramifier et donner de nouvelles unités.
- Les feuilles jeunes de la rosette sont allongées et non piquantes. Plus âgées, elles deviennent rigides et portent sur leurs bords de fines épines.
- Les capitules peuvent être très nombreux par touffe. Chacun porte plusieurs bractées très piquantes. Les fleurs sont très petites et bleuâtres. Elles donnent des akènes (fruits secs indéhiscent) minuscules^{220, 274, 292}.

Espèces proches

Aucune

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce sud-méditerranéenne.

France

En Corse du Sud uniquement.

Autres pays méditerranéens

Sardaigne, Sicile, Italie méridionale, Tunisie, Algérie, Syrie, Maroc^{274, 292}.

Habitat

Description générale

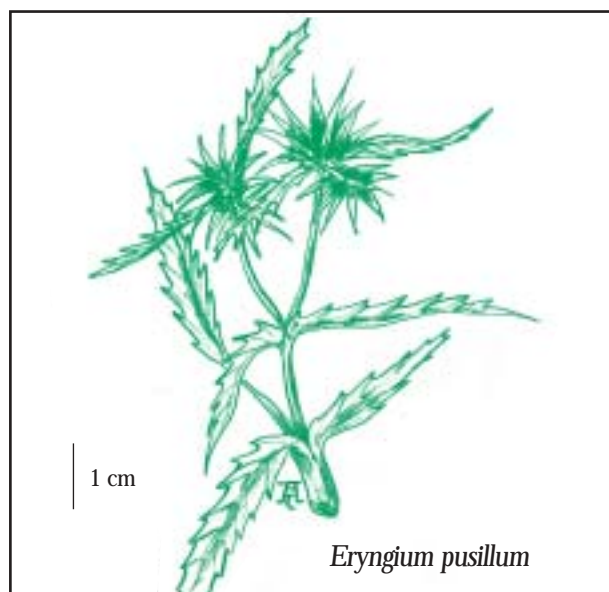
La dépression de Musella est un poljé* (dépression karstique*) présentant des écophases* très différentes en cours d'année, dont les deux extrêmes sont une écophase inondée hivernale et une écophase fortement asséchée estivale.

L'inondation, surtout due à la remontée de la nappe phréatique dans le calcaire sous-jacent, se produit en hiver lors des années pluvieuses et peut exceptionnellement durer de novembre à avril (cas de 1996 et 2001). L'assèchement se produit à partir du mois de mars (en avril les années très pluvieuses) par abaissement de la nappe phréatique.

En été, le substrat argilo-limoneux présente de nombreuses fentes de dessiccation.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).



CORINE Biotopes

En phase d'inondation hivernale

22.5 Eaux oligo-mésotrophes* riches en calcaire

Au printemps

22.34 Groupements amphibies méridionaux

Phytosociologie*

En été et début de l'automne, il s'agit d'une prairie à *Mentha pulegium* et *Eryngium pusillum*, classable dans l'alliance *Trifolio-Cynodontion* (de l'ordre des *Plantaginetales majoris*⁵⁶ et de la classe des *Molinio-Arrhenatheretea*), qui ne semble pas avoir de correspondance dans CORINE Biotopes.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèce vivace, hémicryptophyte*. Elle est formée de modules sympodiques*. Des rosettes de feuilles se développent à la base des modules, monocarpiques (qui ne fleurissent qu'une seule fois). Les différents modules constituent une touffe basse²²⁰.

Germination

Aquatique.

Reproduction

Aérienne pour la floraison²²⁰.

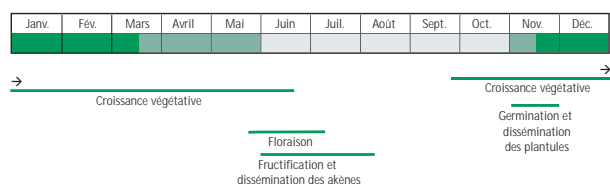
Stratégie de maintien des touffes

Tolérant au stress (S) dans la terminologie de Grime¹⁶³.

Cycle biologique

Germination en novembre si le site est inondé, dissémination de plantules en période d'inondation (hydrochorie), croissance végétative de novembre à mai, floraison fin mai et juin, fructification en juin et juillet, dissémination des akènes à très courte distance du pied mère et dissémination des jeunes plantules par flottaison (hydrochorie)²²⁰. Dans le courant mais surtout à la fin de l'été, les feuilles se dessèchent et disparaissent, alors que les nouvelles feuilles se forment aux premières pluies de septembre octobre.

Les mares temporaires méditerranéennes



Conditions environnementales

Hydrologie

L'alternance d'une écophase inondée (de la fin de l'automne au début du printemps) et d'une écophase asséchée est nécessaire. En l'absence d'inondation hivernale, les graines ne germent pas au printemps. L'absence de germination pendant quelques années n'est cependant pas un handicap pour l'espèce, car les germinations, nombreuses les années humides, et la multiplication végétative*, permettent de rétablir la population.

Substrat

Mésotrophe*.

Compétition interspécifique

Espèce strictement héliophile*, défavorisée par l'ombrage de végétaux de plus grande taille.

Impact des perturbations

Espèce épineuse dès l'assèchement du site, non (ou très peu) broutée mais très favorisée par le pacage des bovins qui limitent les espèces concurrentes et créent des dénudations, favorables à la germination.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

Un seul site en France, dans la dépression de Musella (plateau calcaire de Bonifacio, Corse du Sud). En Sardaigne (Italie), l'espèce est présente sur des mares temporaires du plateau basaltique de la Giara di Gesturi²⁵⁸.

Etat de conservation

En Corse, la population de Musella est en expansion, lente mais certaine²²⁰, mais les deux stations corses de Vix et Vico ont disparu²⁷⁴.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - Maroc : "très rare" (RR) ^{133, 181}

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

A Musella, on observe une modification du substrat du site à la suite de labours et de semailles. En outre, l'abandon en 2002 du pacage de bovins par le gestionnaire du site et son remplacement par le pacage d'un troupeau de moutons risquent, à l'avenir, de modifier les conditions écologiques du site.

A Vix, des travaux d'aménagement ont détruit la population et son habitat²⁷⁴.

Facteurs naturels

A Musella, la population d'*Eryngium pusillum* ne devrait pas connaître de problèmes à court terme. Toutefois, la dynamique des ligneux (le Prunellier, l'Orme champêtre et la Ronce à feuille d'orme) pourrait la défavoriser à moyen terme (ombrage).

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

- Bonnes sur le site de Musella jusqu'en 2001 par suite du pacage extensif et régulier de bovins. La mare de Musella est par ailleurs située dans un périmètre Natura 2000*.
- Récolte et conservation *ex-situ* des semences par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, et culture de sauvegarde de l'espèce sur les terrains du Conservatoire depuis 1993.

Recommandations

L'espèce étant défavorisée par l'ombrage, la surveillance et la limitation du développement des ligneux est préconisée (débroussaillage, maintien du pâturage). Ainsi, à Musella, le maintien d'un troupeau de bovins une partie de l'année est fortement recommandé.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Géhu *et al.*, 1994¹⁵⁶ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Lorenzoni & Paradis, 1998²²⁰ ; Mossa, 1986²⁵⁸ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteur : Paradis G.

Illecebrum verticillatum L.

ANGIOSPERMES
CARYOPHYLLACEAE

Principaux synonymes

Corrigiola verticillata (L.) Kuntze

Nom français : Illecèbre verticillé

Nom italien : Corrigiola verticillata

Nom portugais : Aranhoes

Nom marocain : Souifa diel el ma

Nom anglais : Coral-necklace

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Herbe annuelle à tige filiforme souvent radicante, quadrangulaire, glabre et rosâtre.
- Feuilles opposées (pouvant paraître verticillées par le développement de fascicules foliaires axillaires), entières, subsessiles, obovales, de 1-3 x 2-6 mm, un peu charnues, à stipules petites (1 mm) et scarieuses.
- Inflorescences en pseudo-verticilles*, chacun correspondant à deux cymes* par nœuds. Chaque cyme comporte quatre à six fleurs.
- Fleur : calice à cinq sépales (de 1,5 à 2,5 mm) blancs, recourbés, concaves vers l'intérieur, mucronés* à l'apex. Corolle absente. Fleur à cinq étamines fertiles très petites et cinq étamines stériles minuscules. Pistil à ovaire petit et ovoïde, à style très court et deux stigmates.
- Fruit : akène à péricarpe membraneux, inclus dans le calice persistant.
- Graine subelliptique, marron brillant, de 1 mm de long environ.

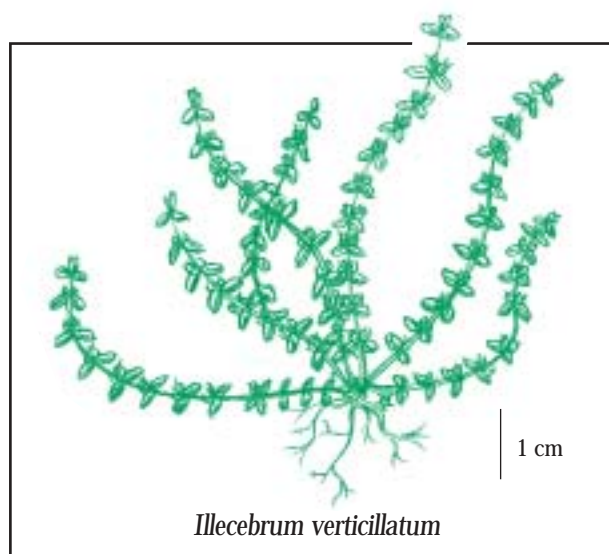
L'espèce présente deux formes très différentes, l'une terrestre et l'autre aquatique⁶³ :

- La forme terrestre se développe au printemps après exondation. Les tiges sont de petite taille (5 à 20 cm environ), prostrées avec des entre-nœuds très courts. Les fleurs sont très nombreuses.
- La forme aquatique se développe en hiver et au printemps. Les tiges sont ascendantes, non ramifiées et peuvent atteindre 60 à 70 cm ; les entre-nœuds sont très longs et les feuilles immergées sont très fines. En mars et en avril, les tiges ascendantes donnent, à la surface de l'eau, des rameaux flottants portant quelques inflorescences et ayant l'aspect de la forme terrestre, c'est-à-dire des entre-nœuds courts et des feuilles davantage obovales. La floraison de la forme aquatique est très faible, comparée à celle de la forme terrestre.

Espèces proches

La forme terrestre peut être confondue avec *Paronychia echinulata*, mais cette dernière vit sur des substrats secs.

Au stade végétatif, une confusion est aussi possible avec *Corrigiola littoralis*, mais cette espèce présente des feuilles basales longues (jusqu'à 6 cm) en rosettes.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition^{63, 174, 292, 348}

L'espèce est "largement répandue en Europe depuis le sud-ouest de l'Espagne jusqu'en Suède et en Pologne, le long de la façade atlantique sur une profondeur de 200 à 400 km"³⁴⁸. Elle est plus rare dans la zone méditerranéenne.

France

Ouest de la France et en Corse.

Autres pays méditerranéens

Moitié ouest de l'Espagne (absente des Iles Baléares), Portugal, Italie (Lombardie, Piémont, Toscane, Marche, Lazio, Sardaigne) et à proximité des côtes d'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie et Maroc).

Régions non méditerranéennes

Açores, Canaries.

Habitat

1. Habitat mares temporaires méditerranéennes

Description générale

En Corse, Sardaigne, Afrique du Nord et plus rarement ailleurs, *Illecebrum verticillatum* est un constituant, important par sa biomasse*, de la phase inondée de plusieurs mares temporaires (forme aquatique).

I. verticillatum y est généralement associé à *Apium crassipes*, *Ranunculus peltatus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Baldellia ranunculoides*, *Eryngium barrelieri*, *Isoetes velata*, etc.^{72, 219, 221, 298, 314}

I. verticillatum est également présent sous sa forme terrestre, en bordure des mares, dans des petites flaques transitoires au sein des maquis méditerranéens, et dans les mares cupulaires* (par exemple en Corse à Evisa). Là, il forme alors des groupements en association avec *Anagallis parviflora*, *Cicendia filiformis*, *Exaculum pusillum*, *Kickxia cirrhosa*, *Radiola linoides*, *Silene laeta*, *Soleopsis laurentia*, etc.⁵⁴

Les mares temporaires méditerranéennes

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.3412 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3412 Groupements méditerranéens aquatiques à isoètes : groupements constitués par *Isoetes velata* des pièces d'eau à niveau variable.

Phytosociologie*

Sous sa forme aquatique, *Illecebrum verticillatum* participe aux formations de la phase submergée de l'*Isoetion* dans les groupements à *Isoetes velata*. Certains auteurs placent les formations d'hydrophytes* auxquelles il participe dans des groupements de la classe des *Potamogetonetea pectinati*^{221, 284}.

Les groupements et associations* présentant *I. verticillatum* et localisés sur des topographies à inondation de faible durée, ont davantage retenu l'attention des phytosociologues. Ainsi, d'après Brullo & Minissale⁵⁴, l'inclusion phytosociologique de tels groupements et associations est la suivante :

Classe des *Isoeto-Nanojuncetea*

Ordre des *Isoetalia*

- Alliance du *Cicendio-Solenopsis laurentiae*
Diverses associations, dont *I. verticillatum* est une espèce de haute présence
- Alliance de l'*Agrostion pourretii*
Association de l'*Illecebro-Agrostietum pourretii*.

2. Autres habitats

Illecebrum verticillatum se rencontre aussi, sous sa forme terrestre, dans d'autres biotopes temporairement inondés et s'asséchant rapidement à la fin de l'hiver : ornières des chemins dans une grande partie de l'Europe, petites flaques transitoires au sein des clairières des landes atlantiques, mares cupulaires (Massif armoricain), ou petites dépressions dénudées au sein de prairies surpâturées.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophyte (annuelle).

Reproduction

Aérienne.

Floraison

De mi-mars à fin mai (Corse, Maroc).

Stratégie adaptative (sensu Grime¹⁶³)

Tolérant au stress-rudéral (SR).

Description des semences

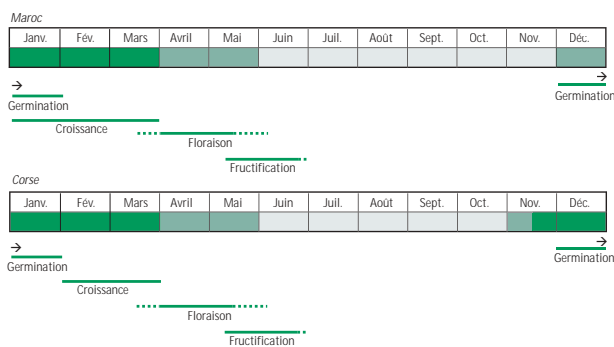
Longueur de 1 mm environ.

Cycle biologique

Dans les parties profondes des mares temporaires :

- Germination au cours de l'hiver (dès le mois de décembre).
- Croissance en hiver dans le plan d'eau.

- Ramification florifères à la surface de l'eau en avril.
- Floraison (réduite) en avril et mai.
- Fructification lors de l'assèchement de la mare (dès le mois de mai, souvent en juin).
- Graines à l'état de vie ralentie en été et jusqu'aux pluies automno-hivernales.



Conditions environnementales

Hydrologie

Une inondation hivernale ou une saturation du sédiment, même de courte durée, paraît indispensable à la germination des graines d'*Illecebrum*. Cette germination, rapide dès les premières pluies, permet une apparition presque chaque année de l'espèce sur le terrain³¹⁴.

Substrat

Substrat meuble très peu épais (moins de 3 cm de profondeur), acide, siliceux, sableux ou sablonneux et oligotrophe*.

Compétition interspécifique

Cette espèce strictement héliophile* ne supporte pas le recouvrement par les autres espèces, d'où sa localisation sur des substrats très peu épais et pauvres en éléments minéraux absorbables. Dans des mares très turbides (Mamora, Maroc), elle se développe en abondance seulement après le retrait des eaux.

Impact des perturbations

Les perturbations, qui provoquent l'ouverture de la végétation, lui sont nettement favorables (cas des piétinements).

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En Corse

L'espèce est vraisemblablement présente sur plus de 20 sites.

Au Maroc

On trouve plus d'une trentaine de stations réparties entre le Rif, le Maroc atlantique nord, et le Maroc atlantique moyen. Ces sites se localisent sur des sols siliceux des plaines et des basses montagnes sous bioclimats* méditerranéens semi-aride, subhumide et humide¹³⁴.

En Espagne

L'espèce occupe 76 sites répartis dans une vingtaine de provinces¹⁷⁷.

Etat de conservation

En Corse, en Espagne, au Portugal et au Maroc, l'espèce n'est pas menacée, paraissant stable malgré des fluctuations interannuelles plus ou moins importantes selon les sites.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Problèmes de conservation/Menaces**Facteurs anthropiques****En Corse**

Jusqu'à présent, les menaces anthropiques paraissent potentielles sur de rares sites.

Au Maroc

L'urbanisation et le comblement des mares constituent les menaces majeures. Certains sites dans la forêt de Mamora ont ainsi disparu suite à la construction de l'autoroute Rabat-Fes. D'autres sites près des grandes villes (Casablanca, Rabat, Benslimane, Bouznika, etc.) sont également menacés à moyen terme par l'urbanisation.

Facteurs naturels**En Corse**

L'abandon probable, dans un proche avenir, du pacage extensif de bovins risque de provoquer, sur plusieurs sites, une chute de ses effectifs, par suite de l'extension des végétaux herbacés de grande taille (*Schoenus nigricans*, *Oenanthe globulosa*, etc.) et des

ligneux (*Phillyrea angustifolia*, *Erica scoparia*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, etc.). C'est le cas dans des mares temporaires du sud de la Corse, où les effectifs des populations d'*Illecebrum verticillatum* sont très faibles (mares de Mura dell'Unda, Arasu, Muratellu), probablement du fait de l'abandon depuis plusieurs années du pacage de bovins qui a conduit à l'installation d'une forte biomasse herbeuse.

Au Maroc

Pratiquement tous les sites sont pâturés ce qui permet une ouverture du milieu et limite une dynamique possible de la végétation ligneuse environnante.

Mesures de gestion et de conservation**Mesures actuelles**

Actuellement, en Corse comme au Maroc, il n'existe, par suite de la non-maîtrise foncière des sites, aucune mesure de gestion.

Recommandations

- En Corse, le maintien (et/ou le rétablissement) du pacage extensif de bovins est conseillé, ainsi qu'un maintien des passages de promeneurs et de chasseurs.
- Au Maroc, une maîtrise de l'urbanisation à court terme est recommandée.

Références bibliographiques

Abbayes des, 1946¹⁰⁶ ; Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Brullo & Minissale, 1998⁵⁴ ; Casper & Krausch, 1981⁶³ ; Chevassut & Quézel, 1956⁷² ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Herra, 1990¹⁷⁴ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹, 2000²²¹ ; Paradis *et al.*, 2002²⁸⁴ ; Pietsch, 1973²⁹¹ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Pottier-Alapetite, 1952²⁹⁸ ; Rhazi *et al.*, 2001³¹⁴ ; Schumacker, 1978³⁴⁸ ; Sissingh, 1957³⁵² ; Valdés *et al.*, 2002³⁹¹.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Collaborateurs : Grillas P., L. Rhazi & N. Yavercovski

Isoetes duriei Bory (1) & *Isoetes histrix* Bory (2)

LYCOPODIOPHYTES³⁰⁰
ISOETACEAE

Principaux synonymes

- (1) *I. duriaei* Bory, *I. durieui* Bory
- (2) *I. histrix* Bory subsp. *sicula* (Tod.) P. Fourn.
I. histrix Bory subsp. *Delalandei* (Lloyd) P. Fourn.

Noms français : (1) Isoète de Durieu, (2) Isoète épineux
Noms italiens : (1) Calamaria di Durieu, (2) Calamaria istrice
Nom anglais : (2) Land Quillwort

Sous-espèce
Aucune

Description/Critères d'identification^{96, 300}

- Plantes vivaces terrestres comportant une tige très courte, formant une sorte de bulbe souterrain portant des racines et de nombreuses frondes ("feuilles"), disposées en rosettes au ras du sol. Les frondes d'*Isoetes duriei* sont recourbées vers le sol, celles d'*I. histrix* sont étroites et coriaces.
- Bulbe : généralement très enfoncé, entouré d'écaillés noirâtres et épineuses correspondant aux restes sclérifiés* des bases foliaires des années précédentes.
- Frondes : vert foncé, longues de 4 à 10 cm, toutes fertiles (sporophylles*), creusées à leur base, du côté interne (ou supérieur), d'une excavation occupée par un sporange. Frondes externes portant des macrosporangies, recouverts d'un voile complet pour *I. duriei* et d'un voile partiel pour *I. histrix*. Frondes les plus internes portant des microsporangies
- Macrosporangies contenant des macrospores (femelles) et microsporangies contenant des microspores (mâles).

Espèces proches

Les deux espèces ont un aspect semblable et une écologie proche.

Une différence observable à l'œil nu entre elles est la présence, autour du bulbe, d'écaillés épineuses très visibles chez *Isoetes histrix*, plus discrètes et brièvement tridentées chez *I. duriei*.

L'examen des mégaspores au microscope ou avec une bonne loupe binoculaire permet de bien distinguer les deux espèces : Macrospores de taille moyenne (0,4 à 0,6 mm) et à nombreux tubercules chez *I. histrix*.

Macrospores de plus grande taille (0,6 à 0,8 mm), sans tubercule et à surface alvéolée chez *I. duriei*.

Distribution - Ecologie

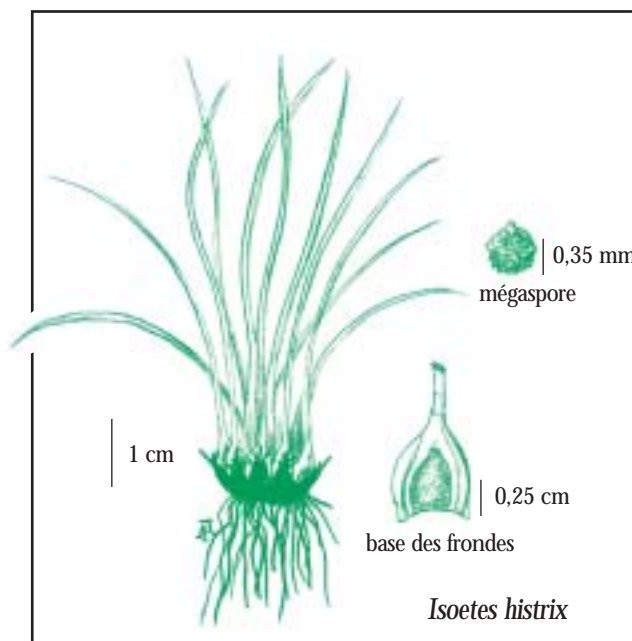
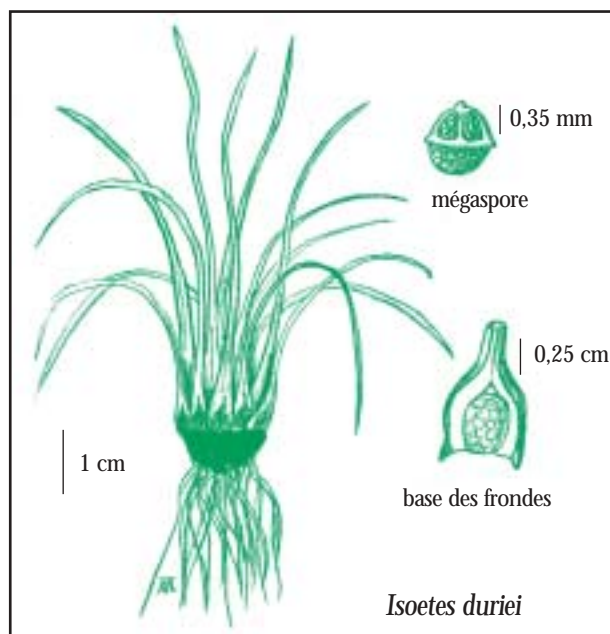
Distribution/Répartition

(1) *Isoetes duriei*

Espèce méditerranéenne occidentale (carte de répartition *in* Quézel³⁰⁶).

France

Sur le continent, il est fréquent dans les Maures et l'Estérel, assez rare ailleurs (massif de Biot, entre Béziers et Montpellier, versant



sud du Caroux, contrefort sud de la Montagne Noire, Albères, plaine du Roussillon, vallées des Gardons dans le sud des Cévennes) ; en Corse, il est assez fréquent dans la zone littorale et à basse altitude jusqu'à 300 m (mais a été exceptionnellement trouvé à 1000 m).

Autres pays méditerranéens

Portugal, Espagne (ouest du pays et Catalogne) Baléares (île de Minorque), versant tyrrhénien de l'Italie (de la Ligurie à la Calabre), Sardaigne, Sicile, Grèce, Chypre, Algérie, Maroc et Turquie.

(2) *Isoetes histrix*

Espèce méditerranéo-atlantique (carte de répartition *in* Quézel³⁰⁶).

France

Il est très bien représenté sur la façade atlantique (Bretagne, Poitou-Charentes, Pays de la Loire), bien répandu en Corse, mais

localisé sur la partie méditerranéenne du continent où il est présent uniquement dans les Maures (région hyéroise et bordure nord de la plaine des Maures).

Autres pays méditerranéens

Centre et ouest de la péninsule ibérique (Espagne, et toutes les provinces du Portugal), Italie continentale, Sardaigne, Sicile, Macédoine, Grèce, Crète, Malte, Croatie, Maroc, Algérie, Tunisie, Moyen-Orient (Syrie, Liban) et Turquie.

Habitat

Description générale

Les habitats les plus favorables sont les pelouses méditerranéennes rases, humides ou suintantes en hiver et au début du printemps et très sèches en été. Le substrat est généralement siliceux (limons et sables) et relativement riche en matière organique. Dans les Maures et l'Estérel, *Isoetes duriei* se développe également très bien sur des sols pauvres en matière organique, où il atteint néanmoins des tailles plus faibles que dans des dépressions d'accumulation.

De tels habitats, non (ou exceptionnellement) inondés, se localisent en bordure de mares temporaires, de ruisseaux, sur divers replats et dans des clairières humides au sein des maquis^{48, 233, 296}. Les groupements décrits autour d'*I. histrix* sont un peu moins humides que ceux définis pour *I. duriei* et forment une transition avec les pelouses à annuelles des biotopes plus secs (à *Tuberaria guttata* et *Anthoxanthum ovatum*).

Espèces compagnes

(1) *I. duriei*

- En Corse : *Ophioglossum lusitanicum*, divers *Serapias*, *Aira capillar*, *Bellis annua*, *Cicendia filiformis*, *Radiola linoides*, *Linum bienne*, *Anagallis arvensis* subsp. *parviflora*, *Lythrum hyssopifolia*, *Juncus bufonius*, *J. tenageja*, *J. capitatus*, *Ranunculus revelieri* et *Lotus conimbricensis*.
- Sur le continent français^{21, 22, 215} : les mêmes espèces, auxquelles s'ajoutent *Isolepis cernua* (= *Scirpus savii*), *Nasturtium asperum*, *Agrostis pourretii*, *Aiopsis globosa*, *Veronica acinifolia*, *Juncus pygmaeus*, *J. fasciculatus* et *Mentha pulegium*.

(2) *I. histrix*

- Espèces communes aux différents sites : *Radiola linoides*, *Linum bienne*, *Anagallis arvensis* subsp. *parviflora*, *Serapias lingua*, *Juncus bufonius*, *Isolepis cernua* (= *Scirpus savii*), *Bellis annua*.
- Dans les anciennes localités des Maures littorales, où l'espèce n'a pas été revue récemment : *Allium chamaemoly*, *Romulea columnae* et *I. duriei*²².
- Au Maroc : *Poa annua*, *Filago* (= *Logfia*) *gallica*, *Rumex bucephalophorus* et *Bromus mollis*²⁷⁵.

Directive Habitats

- En bordure des mares (1) et (2) : "Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).
- En l'absence de perturbation, une prairie humide envahit fréquemment les pelouses rases où se localise *Isoetes histrix*, qui participe alors à l'habitat suivant : "Prairie humide méditerranéenne à grandes herbes du *Molinio-Holoschoenion*" (code 6420).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3411 Groupements terrestres à isoètes : formations à *Isoetes histrix*, *I. duriei* des milieux aquatiques éphémères.

Phytosociologie*

Du fait de la différence d'écologie entre *Isoetes velata* (des milieux périodiquement inondés) d'une part, et *I. duriei* et *I. histrix* (des milieux non inondés) d'autre part, de Foucault⁹⁸ a scindé l'*Isoetion* de Braun-Blanquet⁴⁸ et de Rivas-Goday^{306, 319} en deux alliances :

L'*Antinorio agrostideae-Isoetion velatae* pour les niveaux topographiques bas, périodiquement inondés.

L'*Ophioglossos lusitanici-Isoetion histricis* pour les niveaux topographiques plus hauts, non inondés.

Les groupements à isoètes des habitats non inondés sont donc inclus dans l'alliance *Ophioglossos lusitanici-Isoetion histricis*, l'ordre des *Isoetalia velatae* et la classe des *Isoetea velatae*^{98, 194}.

Dans l'*Isoetion s.l. (Isoetalia)*, l'habitat de ces deux espèces correspond aux groupements suivants :

(1) *I. duriei*

- Association* *Isoetetum duriei*, définie dans le Languedoc⁴⁸ et décrite également en Espagne³¹⁹.
- Association à *I. duriei* et *Juncus capitatus* décrite en Corse²³³.
- Association à *I. duriei* et *Nasturtium asperum* décrite dans les Maures²¹.

(2) *I. histrix*

- En France, dans l'alliance du *Serapion* Aubert & Loisel 1971 : sous-association à *I. histrix* du *Serapio-Oenanthetum*, décrite par Barbéro²² dans les Maures.
- En Espagne, dans l'alliance de l'*Isoetion*³¹⁹ :
 - Association *Isoetetum histricis sensu amplo*.
 - Association *Wahlebergio-Isoetetum histricis*.
- En Corse, dans l'*Ophioglossos-lusitanici-Isoetion histricis* (Br.-Bl. 1931) de Foucault 1988 : groupement à *I. duriei* et *I. histrix*.
- En Afrique du Nord, dans l'*Isoetion s.l.* : association à *I. histrix* et *Radiola linoides*, décrite par Chevassut et Quézel⁷².

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèces vivaces : géophyte* bulbeux²⁹².

Stratégie adaptative¹⁶³

Tolérants aux stress-rudéral (S-R).

Reproduction

Aérienne pour la maturation des spores.

Description des spores (macrospores : voir *supra* § "Espèces proches")

- (1) microspores granuleuses.
- (2) microspores recouvertes de fines fibrilles enchevêtrées.

Cycle biologique

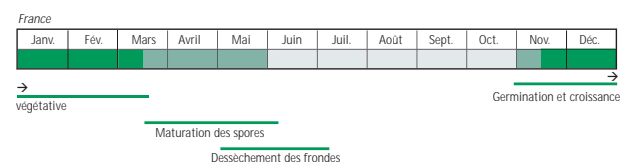
• En France : développement des frondes dès les premières pluies d'automne²¹ et en hiver quand le substrat est très humide ;

Les mares temporaires méditerranéennes

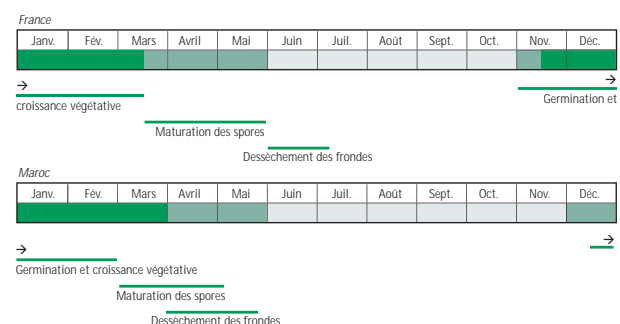
maturation des spores au printemps puis dessèchement rapide des frondes à la fin du printemps, lorsque le milieu s'assèche fortement.

- Au Maroc : le cycle de *Isoetes histrix* commence en fin d'hiver après les premières pluies et il se termine au début ou vers la moitié du printemps avec la formation de spores.

Isoetes duriei



Isoetes histrix



Conditions environnementales

Hydrologie

Un substrat très humide est nécessaire au début du cycle mais ces plantes n'aiment pas une longue inondation.

Substrat

(1) non (ou très peu) oligotrophe* en Corse, oligotrophe sur le continent (grès permien de la plaine des Maures, rhyolites de la Colle du Rouet).

(2) plus ou moins oligotrophe (généralement sablo-limoneux).

Compétition interspécifique

Espèces basses, exigeantes en lumière (héliophiles*) et par conséquent peu tolérantes à la compétition avec des végétaux de plus grande taille.

Impact des perturbations

Les principales perturbations sont le "labourage" du substrat par les sangliers et le piétinement (par les bovins et les humains). Ils sont favorables en limitant le recouvrement et la litière des végétaux de plus grande taille.

Température

Elle semble régir la répartition de *Isoetes histrix* dans les Maures, qui se rencontre uniquement dans les stations littorales très chaudes. Il laisse le plus souvent place à *I. duriei* dès qu'on s'éloigne du littoral, dans la plaine et dans le massif des Maures en particulier²².

Conservation - Gestion

Estimation des populations

(1) *I. duriei*

• France (continent et Corse) : nombre de sites important (voir *supra* § distribution), mais nombre de stations dans les sites impossible à préciser, étant donné le caractère très diffus de la répartition de l'espèce.

• Espagne : peu répandu (provinces de Cadix, Huelva, Gérone, Badajoz, et une station à Minorque^{64, 79}).

• Portugal : localisé dans six provinces.

• Italie : assez rare (Sardaigne, Sicile, Capraia, Ligurie et côte occidentale de la péninsule)^{137, 292}.

(2) *I. histrix*

• France : nombre important de sites en Corse, mais seulement trois populations résiduelles (Hyères, la Londe-les-Maures, le Cagnet-des-Maures) dans la partie méditerranéenne du continent.

• Espagne : quatre stations à Minorque, une à Majorque³³¹, et présence dans 15 provinces de l'ouest de la péninsule et trois provinces du nord-est.

• Portugal : dans toutes les provinces^{64, 79}.

• Italie : espèce rare (Sicile, Sardaigne et régions de Toscane, Lazio et Puglia)²⁹²

Etat de conservation

(1) *I. duriei*

Les populations paraissent stables.

(2) *I. histrix*

Les populations paraissent stables en Corse et au Maroc car elles sont assez résistantes aux menaces anthropiques et naturelles. Elles ont régressé en France continentale, dans le Roussillon (extinction avec la destruction de la mare de Saint-Estève) ainsi que dans les Maures (non revu dans la région de Saint-Tropez, aux caps Lardier, Benat, et Taillat, mais retrouvé récemment à Hyères, à la Londe-les-Maures et aux Cagnet-des-Maures). A Malte, l'espèce n'a pas été revue depuis sa découverte à la fin du XIX^e siècle³⁴⁴.

Statut des espèces/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale (1) et (2) : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- Baléares (2) : "en danger" (EN) ³³¹ - Malte (2) : "présupposé éteint" (Ex ?) ³⁴⁴

Problèmes de conservation/Menaces**Facteurs anthropiques****France**

En Corse, les projets d'aménagements (comme des constructions) sont une menace potentielle pour quelques sites du littoral.

En Provence, dans les Maures, l'urbanisation et les aménagements touristiques (golfs) ont détruit un grand nombre de stations* à *Isoetes duriei*. De même, l'urbanisation du littoral a détruit toutes les stations littorales d'*I. histrix* (région de Saint-Tropez, le Lavandou, les Bormettes), et constitue une menace pour les autres stations.

Maroc

Avec l'urbanisation, la grande menace pour les populations d'*I. histrix* reste le comblement des mares par les déblais.

Facteurs naturels

• En l'absence de perturbation, la fermeture du milieu par l'expansion des végétaux de plus grande taille (*Schoenus nigricans*, *Scirpus holoschoenus*, *Dittrichia viscosa* et surtout diverses espèces des maquis) pourrait constituer un danger pour plusieurs sites de la Corse. C'est également le cas dans les Maures, où l'arrêt du pâturage favorise le développement d'herbacées vivaces (*Paspalum dilatatum*, *Juncus conglomeratus*, *Scirpus holoschoenus*), voire d'espèces du maquis. Ce n'est pas le cas des sites marocains où le pâturage se fait librement.

• La fréquence des années sèches n'affecte pas les populations d'*Isoetes histrix*, qui se maintiennent aussi bien par leurs spores que par leur rhizome bulbiforme.

Risques liés aux populations**(1) *I. duriei***

Pas d'extinction actuellement connue en Corse ni sur le continent.

(2) *I. histrix*

Pas d'extinction actuellement connue en Corse. Sur le continent, le risque intrinsèque aux populations est faible, mais potentiel, du fait des effectifs limités et de l'isolement très important de chacune des populations, peu dynamique.

Mesures de gestion**Mesures actuelles**

Aucune gestion ni en Corse, ni sur le continent, ni au Maroc, mais le pacage de bovins en liberté, les sangliers, les passages des chasseurs et des promeneurs sont des modes involontaires de gestion favorables à ces isoètes.

Dans les Maures :

• Le débroussaillage des pare-feux (à condition qu'il soit adapté, c'est-à-dire qu'il ne bouleverse pas la microtopographie), et surtout leur pâturage, sont favorables.

• Un périmètre Natura 2000*, en cours d'institution dans la plaine des Maures, donne l'opportunité d'intégrer les contraintes de gestion et de conservation d'*I. duriei*, de même qu'un projet de Réserve Naturelle incluant la majorité des stations.

• Le projet LIFE "Mares Temporaires" a permis la réalisation de tests de gestion expérimentale des groupements végétaux à *I. duriei*, ainsi que l'achat par le CEEP de terrains où croît cette espèce.

Recommandations**France**

En Corse, maintenir le pâturage extensif de bovins sur les sites où il est encore présent, le réintroduire sur les sites où il ne se pratique plus.

En France continentale :

• Maintenir le pâturage équin (une station d'*Isoetes histrix*) et la circulation pédestre (deux stations d'*I. histrix*), éviter les pratiques destructrices (vélo tout-terrain, moto-cross, éparpillement de détritus).

• Réhabiliter dans les Maures le pâturage extensif, favorable à la conservation d'*I. duriei*.

Maroc

Eviter une mise en culture répétée des bassins versants les plus proches des sites à *I. histrix* car la colonisation du milieu par les mauvaises herbes des cultures pourrait agir de manière négative (effet de compétition).

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Barbero, 1965²¹, 1967²² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Braun-Blanquet, 1935⁴⁸ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Chevassut & Quézel, 1956⁷² ; Cirujano *et al.*, 1992⁷⁹ ; Danton & Baffray 1995⁹⁶ ; Foggi & Grigioni, 1999¹³⁷ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Julve, 1993¹⁹⁴ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Malcuit, 1962²³³ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Ould Louleid, 1991²⁷⁵ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Poirion & Barbero, 1966²⁹⁵ ; Prelli, 2001³⁰⁰ ; Quézel *et al.*, 1979³⁰⁸ ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Rivas Goday, 1970³¹⁹ ; Saez & Rossello, 2001³³¹ ; Schembri & Sultana, 1989³⁴⁴.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Collaborateurs : Catard A., H. Michaud, L. Rhazi, D. Titolet & N. Yavercovski

Isoetes setacea Lam. (1) & *Isoetes velata* A. Braun (2)

LYCOPODIOPHYTES³⁰⁰
ISOETACEAE

Principaux synonymes

(1) *I. delilei* Rothm, (2) *I. variabilis* Le Grand

Noms français : (1) Isoète sétacé, Isoète grêle,
(2) Isoète à voile, Isoète voilé

Noms italiens : (1) Calamaria setacea, (2) Calamaria velata

Nom marocain : (2) Lehyet-el-rebb

Nom anglais : (1) et (2) Quillwort (nom du genre)

Sous-espèces : (2) *I. velata* A. Braun subsp. *velata*
I. velata A. Braun subsp. *intermedia* (Trabut) Maire & Weiller
I. velata A. Braun subsp. *tegulensis* Batt. & Trabut
I. velata A. Braun subsp. *perralderiana*
I. velata A. Braun subsp. *tenuissima* (Boreau) O. Bolos & Vigo

Description/Critères d'identification^{96, 299}

- Plantes vivaces amphibies : aquatiques, au moins en hiver et au début du printemps, puis terrestres.
- Port en touffe dressée, en immersion. Tige très courte, formant une sorte de bulbe qui porte des racines et de nombreuses frondes, fines et fragiles.
- Frondes ("feuilles") vert clair, longues, de 10 à 40 cm (1), de 5 à 15 cm (2), linéaires et disposées en une rosette dense. Ces frondes, sont fertiles (sporophylles*) : elles sont creusées à leur base, du côté interne (ou supérieur), d'une excavation occupée par un sporange de grande taille. Les sporanges de l'Isoète grêle sont nus, ceux de l'Isoète à voile sont partiellement ou totalement recouverts par un voile bien développé.
- Frondes externes portant des macrospores (nus ou recouverts d'un voile selon l'espèce), contenant des macrospores. Les frondes les plus internes portent des microspores (nus ou recouverts d'un voile selon l'espèce), contenant des microspores, très nombreuses.
- Principale différence entre les deux espèces : présence d'un voile très visible au-dessus des sporanges de *I. velata*, alors que ce voile est absent chez *I. setacea*.

Espèces proches

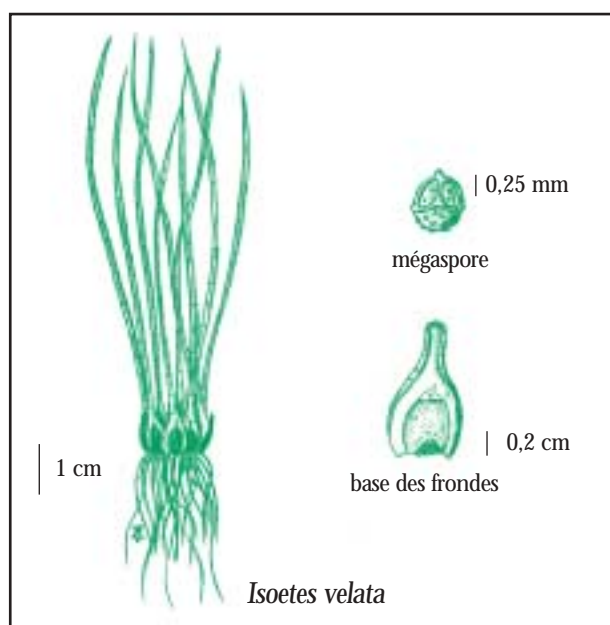
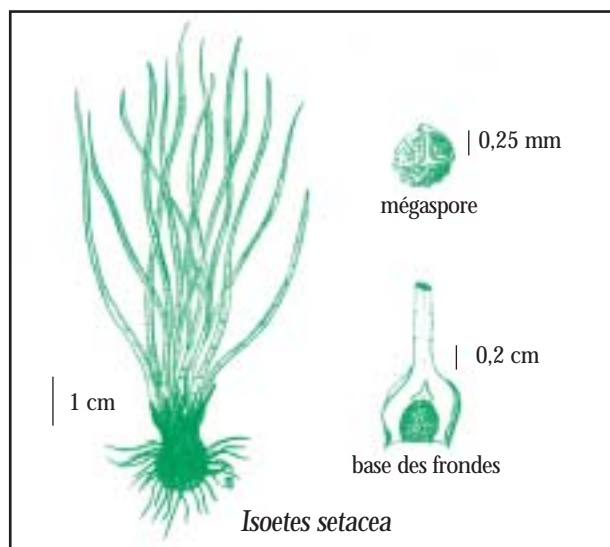
- Les isoètes plus terrestres (*I. hixtrix* et *I. duriei*) ont, en phase d'assèchement, leurs bulbes entourés par d'anciennes bases foliaires sclérifiées* et persistantes ; ces écailles sont absentes chez *I. setacea* et *I. velata* dont les bulbes sont, au moins en hiver et au printemps, d'aspect blanchâtre²⁹⁹.
- La sous-espèce *I. velata* subsp. *tenuissima* est endémique du centre de la France, ce qui évite les risques de confusion avec la sous-espèce *velata*.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

(1) *I. setacea*

Espèce ouest-méditerranéenne (carte de répartition in Quézel³⁰⁶).



France

Plante extrêmement rare, présente dans :

- L'Hérault : mares temporaires du plateau de Roque-Haute et de la plaine de Béziers (Grand-Bois).
- Les Pyrénées-Orientales : mare de Torremila et sur le plateau de Rodès (Fenuillèdes).

Remarque : la carte de Quézel³⁰⁶ indique à tort la Corse pour *I. setacea*.

Autres pays méditerranéens

Espagne (centre et ouest du pays et en Catalogne), Baléares (Minorque) et Portugal (centre et sud), Maghreb (au Maroc où il a été découvert récemment).

(2) *I. velata*

Espèce méditerranéo-atlantique (carte de répartition in Quézel³⁰⁶).

France

Rare sur le continent (plaine des Maures et Estérel dans le Var, plateau de Rodès dans les Pyrénées-Orientales) et assez bien représenté en Corse.

Autres pays méditerranéens

- Espagne (dans plus de la moitié du pays, essentiellement dans l'Ouest et sur l'île de Minorque), Portugal (dans presque tout le pays), Italie continentale, Sicile, Sardaigne (sous-espèce *tegulensis*)⁸⁶ et Grèce.
- Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye). Les sous-espèces *intermedia* et *tegulensis* sont présentes en Tunisie, en Algérie et au Maroc, la sous-espèce *perralderiana* en Algérie. La sous-espèce *velata* est présente dans l'ensemble des pays de l'aire de distribution méditerranéenne.

Habitat**Description générale****(1) *I. setacea***

A Roque-Haute, *I. setacea* vit dans des mares creusées dans le basalte quaternaire.

(2) *I. velata*

Les habitats favorables à *I. velata* sont inondés en hiver et au printemps, et très fortement asséchés en été. Leur substrat est peu épais, constitué d'une roche compacte (granite, schiste, rhyolite) ou de sédiments plus fins très pauvres en matière organique (sable, limon et argile). La plupart des sites sont sur des roches siliceuses, mais la mare temporaire de Padulu (Bonifacio, Corse) possède un sous-sol calcaire. L'eau d'inondation est oligotrophe* et sa hauteur varie suivant les sites et les années : de 10 à 60 cm environ.

Espèces compagnes**(1) *I. setacea***

Braun-Blanquet⁴⁸ a décrit pour ces mares un *Isoetum setacei*, avec comme espèces compagnes : *Juncus pygmaeus*, *Myosotis sicula*, *Lythrum borysthenicum*, *Cicendia pusilla*, *Lotus angustissimus*, *Lythrum thymifolium* et *Marsilea strigosa*.

(2) *I. velata*

Les espèces associées à *I. velata* sont diverses en fonction de la profondeur de l'eau (zonation), de la période de l'année (phénophases) et du substrat^{21, 22, 219, 221, 284, 302} :

- Plantes aquatiques : *Tolypella glomerata* (Charophytes), *Callitriche truncata*, *Ranunculus peltatus* s.l., *Myriophyllum alterniflorum*, *Illecebrum verticillatum*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Pilularia minuta*, *Apium crassipes*, *Alopecurus bulbosus*, *Baldellia ranunculoides*, *Littorella uniflora*, *Glyceria fluitans*, etc.
- Autres espèces, plus ou moins liées à l'inondation: *Crassula vaillantii*, *Lythrum borysthenicum*, *Juncus pygmaeus*, *Myosotis sicula*, *Laurentia michelii*, *Ranunculus sardous*, *Scirpus setaceus*, *Agrostis pourretii*, *Bellis annua*, *Elatine bronchii*, *Corrigiola littoralis*, *Hypericum tomentosum*, etc.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3412 Groupements méditerranéens aquatiques à Isoètes : groupements constitués par *I. setacea* ou *I. velata* des pièces d'eau à niveau variable.

Phytosociologie***(1) *I. setacea***

- Pour la France, Braun-Blanquet⁴⁸ a décrit l'*Isoetum setacei* (voir *supra*).
- Pour l'Espagne, Rivas Goday³¹⁹ considère *I. setacea* comme une espèce caractéristique de l'alliance du *Cicendion* (ordre des *Isoetalia*).

(2) *I. velata*

Divers groupements et associations* à *I. velata* ont été distingués sur le pourtour méditerranéen, par exemple :

- En Afrique du Nord, l'association à *I. velata* et *Myosotis sicula* et l'association à *Eryngium barrelieri* et *I. velata*^{72, 298}.
- Dans le massif de la Colle du Rouet (nord-ouest de l'Estérel), l'association à *I. velata* et *Crassula vaillantii*²⁹⁵.
- En Corse, Lorenzoni & Paradis^{219, 221} et Paradis *et al.*²⁸⁴ ont décrit d'autres groupements à *I. velata*.

Remarque

Du fait de la grande différence d'écologie entre d'une part, *I. setacea* et *I. velata* vivant dans des milieux périodiquement inondés, et d'autre part, *I. duriei* et *I. histrix* vivant dans des milieux non inondés, de Foucault⁹⁸ a scindé l'*Isoetion* de Braun-Blanquet⁴⁸, de Malcuit²³³ (pour *I. velata*) et de Rivas-Goday³¹⁹ en deux alliances^{306, 308} :

- l'*Antinorio agrostideae-Isoetion velatae* pour les niveaux topographiques bas, périodiquement inondés.
- l'*Ophioglossolusitanici-Isoetion histricis* pour les niveaux topographiques plus hauts, non inondés.

Les groupements à *I. setacea* et *I. velata* sont donc inclus dans l'alliance *Antinorio agrostideae/Isoetion velatae*, l'ordre des *Isoetalia velatae* et la classe des *Isoetea velatae*.

Julve¹⁹⁴ a repris cette classification.

Ecologie**Caractéristiques biologiques****Type biologique**

Espèces vivaces. Chez *Isoetes velata* cependant, des populations annuelles ont été mises en évidence dans les mares cupulaires du massif de la Colle du Rouet (Var) ; elles montrent un très faible succès de reproduction²⁹⁵.

- (1) hydrophyte^{*292} et géophyte^{*48}.
- (2) hydrophyte²⁹², géophyte⁴⁸ et parfois thérophyte^{*295}.

Stratégie adaptative (sensu Grime¹⁶³)

Tolérant aux stress-rudéral (S-R).

Reproduction

Maturation des spores (1) aquatique (2) aérienne.

Description des spores

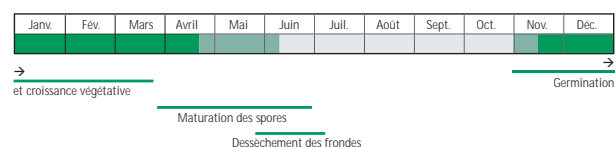
Les mégaspores des deux espèces sont assez semblables. Celles d'*I. setacea* (0,4 à 0,9 mm), présentent quelques tubercules peu proéminents et celles d'*I. velata* (0,4 à 0,5 mm) des tubercules plus ou moins nombreux sur les différentes faces. Les microspores sont échinulées* à maturité.

Les mares temporaires méditerranéennes

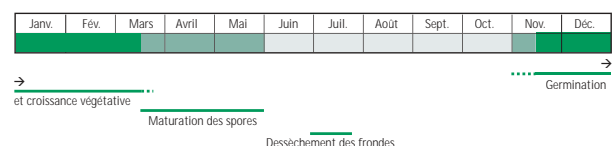
Cycle biologique

Développement des frondes dans l'eau en hiver (dès les premières pluies d'automne sur le continent pour *Isoetes velata*) ; maturation des spores au printemps (1), ou après l'exondation (2) ; mort rapide des frondes au début de l'été, lorsque le milieu est exondé et s'assèche fortement.

Isoetes setacea



Isoetes velata



Conditions environnementales

Hydrologie

Ces espèces poussent sur un sol humide et peuvent supporter des niveaux d'eau atteignant 50 cm. La durée d'inondation (supérieure ou égale à six mois) et d'assèchement (réduite parfois à quatre ou cinq mois) varie suivant les conditions climatiques. La germination des spores commence en automne (novembre) dans un sol saturé en eau ou inondé. Les conditions hydrologiques ont un effet significatif sur la croissance d'*Isoetes setacea*.

Substrat

En général non calcaire, oligotrophe et peu épais.

Compétition interspécifique

Espèces exigeantes en lumière (héliophiles) et par conséquent peu tolérantes à la compétition.

Impact des perturbations

Favorable par l'ouverture du milieu.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

(1) *I. setacea*

France

I. setacea est présent dans une centaine de mares dans la Réserve Naturelle de Roque-Haute, une mare dans la plaine de Béziers, une à Torremila, plusieurs mares et fossés à Rodés.

Péninsule ibérique

Il est présent dans le centre et l'ouest, ainsi qu'en Catalogne et sur l'île de Minorque (13 provinces en Espagne et 6 au Portugal)⁶⁴.

(2) *I. velata*

France

- En Corse, une vingtaine de sites.
- Sur le continent, une unique station dans le Roussillon et les autres populations exclusivement varoises :
- Dans la plaine des Maures, trois petites stations découvertes récemment.
- Dans la plaine de Palayson, la mare de Catchéou (plaine de Palayson) et quelques ruisseaux temporaires.
- Dans l'Estérel, une cinquantaine de petites mares cupulaires* sur les escarpements de rhyolite de la Colle du Rouet (réparties en une quinzaine de stations), et les Barres de Roussiveau (quelques stations).

Maroc

Plus de 50 stations d'*Isoetes velata*.

Espagne et Portugal

Espèce dispersée dans la péninsule ibérique à l'exception des provinces du nord et de l'est, et sur l'île de Minorque⁶⁴, etc.

Italie

Espèce très rare (Sicile, Sardaigne, régions de la Toscane et du Lazio).

Etat de conservation

(1) En France continentale une régression plus ou moins lente des populations d'*Isoetes setacea* et des associations végétales de l'*Isoetion* s'observe. En particulier, les populations des mares de Saint-Estève (Pyrénées-Orientales), Grammont (Hérault), et Redessan (Gard) ont disparu.

(2) En Corse comme au Maroc, sur les sites à substrat meuble peu épais, même surpaturés, les populations d'*I. velata* sont soit stables, soit en expansion. Sur le continent français, les populations ont régressé dans le Roussillon (Saint-Estève) et dans le Gard (Redessan, Pazac), alors qu'elles semblent stables dans les Maures et l'Estérel.

Statuts des espèces/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France (1) et (2), liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèces prioritaires ²⁷⁴ - Italie, livre national : (2) "vulnérable" (VU) ⁸⁶ - Baléares : (2) "vulnérable" (VU) ³³¹ - Maroc : (1) "très rare" (RR), (2) "rare ?" (R ?) ^{133, 181, 380, 381}

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

(1) *I. setacea*

A Roque-Haute, l'abandon du pâturage par les ovins, l'accumulation de la matière organique et un ombrage important ont un impact sur la production d'*I. setacea* (réduction du poids des bulbes, du nombre et de la longueur des frondes) et sur la reproduction (réduction du nombre de macrospores, du poids des macrospores, du nombre et poids des microspores³¹⁵) (voir vol. 1, encadré 46).

(2) *I. velata*

• En France : l'expansion agricole dans la Costière nîmoise a détruit les stations d'*I. velata*, ainsi que la principale station des Pyrénées-Orientales (mare de Saint-Estève). Dans les Maures et l'Estérel, l'urbanisation et certains aménagements affectant la nature du sol (plantations, golf, améliorations pastorales du maquis par sursemis et fertilisation) ont réduit le nombre de mares pouvant abriter cette espèce ; les stations de Saint-Raphaël et de Fréjus, entre autres, ont disparu. Certaines petites retenues collinaires artificielles semblent devenir propices à son installation.

• Au Maroc, les problèmes sont liés essentiellement au comblement, à l'extraction du sédiment et au drainage des mares.

Facteurs naturels

En France continentale et en Corse (mais pas au Maroc, où le pâturage se maintient), la fermeture du milieu et l'accumulation de litière résultant de l'expansion des végétaux de grande taille (*Schoenus nigricans*, *Scirpus holoschoenus*, *Dittrichia viscosa* et diverses espèces des maquis) est préjudiciable à ces espèces, ainsi que le comblement par les sédiments érodés (plaine des Maures et Colle du Rouet).

Risques liés aux populations

(1) Pas de risque d'extinction à court terme.

(2) En Corse, plusieurs petites stations risquent de disparaître par suite de la fermeture du milieu (mares de Muratellu, d'Arasu et de Mura dell'Unda). La population du Roussillon, retrouvée récemment, est très vulnérable en raison de sa petite taille.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

(1) *I. setacea*

Le site de Roque-Haute a le statut réglementaire de Réserve Naturelle, inappliqué actuellement en raison de l'impossibilité d'accéder au site (non-maîtrise d'usage). Les stations d'*I. setacea* ont fait l'objet d'un suivi des niveaux d'eau, de la dynamique des ligneux et des espèces clonales³¹⁵.

(2) *I. velata*

En France et au Maroc, l'éclaircissement de la végétation la plus haute par le pacage bovin (Réserve Naturelle des Tre Padule, mares de Capandula en Corse, plaine de Palayson sur le continent) et ovin (site de Padulu en Corse) est favorable.

En France, dans le Var, d'autres mesures sont en cours :

- Diagnostic des problématiques de gestion et mise en place d'un protocole de suivi des mares cupulaires de la Colle du Rouet (Var) dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires".
- Classement en "série écologique" par l'ONF des mares de Catchéou (plaine de Palayson), devant permettre d'intégrer à la gestion forestière les enjeux patrimoniaux de ces mares.
- Mise en place de périmètres Natura 2000* dans les sites du Var, donnant l'opportunité d'intégrer la protection de cet Isoète dans les objectifs de conservation de ces sites.

Recommandations

(1) *I. setacea*

- Eviter le maintien d'eau en permanence dans les mares.
- Réintroduire le pâturage dans les mares à héliophytes*, et dans les mares à ligneux (après débroussaillage).
- Eliminer la litière des mares pour une bonne expression du stock semencier.
- Evaluer la dynamique de la végétation après introduction du pâturage (et toute modification de gestion).

(2) *I. velata*

- En France :
 - En Corse et sur le continent, maintenir le pâturage de bovins (et ovins) sur les sites où il est encore présent et le réhabiliter sur les sites où il ne se pratique plus, en excluant les pratiques intensives (sursemis, fertilisation), et après une opération de défrichage pour les sites très envahis par la végétation ligneuse (Corse).
 - Sur la Colle du Rouet, mettre en place une surveillance des mares cupulaires dans le cadre de la gestion conventionnelle qui se met en place entre l'ONF, la commune, et le CEEP, et prévoir, en cas de comblement des mares, une intervention fine (exportation de litière).
- Au Maroc :
 - Eviter toute modification de l'hydrologie des mares (drainage, comblement) ainsi que l'extraction du sédiment qui détruit les stocks semenciers.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Barbero, 1965²¹, 1967²² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Braun-Blanquet, 1935⁴⁸ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Chevassut & Quézel, 1956⁷² ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Gaudillat & Hauray, 2002¹⁵³ ; Grillas & Tan Ham, 1998¹⁶² ; Grime, 1979¹⁶³ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Julve, 1993¹⁹⁴ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹, 2000²²¹ ; Malcuit, 1962²³³ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Molina, 1998²⁵¹ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Paradis *et al.*, 2002²⁸⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Poirion & Barbero, 1965²⁹⁵ ; Pottier-Alapetite, 1952²⁹⁸ ; Prelli, 2001³⁰⁰ ; Quézel & Zevaco, 1964³⁰² ; Quézel *et al.*, 1979³⁰⁸ ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Rhazi *et al.*, sous presse³¹⁵ ; Rivas Goday, 1970³¹⁹ ; Saez & Rossello, 2001³³¹ ; Titolet & Oualidi, 2000³⁸⁰ ; Titolet & Rhazi, 1999³⁸¹.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Collaborateurs : Catard A., H. Michaud, L. Rhazi, M. Rhazi & N. Yavercovski

Littorella uniflora (L.) Ascherson

ANGIOSPERMES
PLANTAGINACEAE

Principaux synonymes

L. lacustris L.

Nom français : Littorelle à une fleur

Nom italien : Littorella

Nom anglais : One-Flowered Shoreweed

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{63, 292}

Plante herbacée vivace, hydrophytique* ou amphibie, présentant deux types morphologiques : une forme immergée (ou aquatique) stérile et une forme terrestre fleurissante.

La forme immergée

Elle présente des rosettes de feuilles denses et des stolons. Elle ne fleurit pas.

Chaque rosette comporte :

- Un rhizome vertical, très court, fortement aplati (4-5 mm d'épaisseur), recouvert par les restes des feuilles mortes.
- Trois à 14 feuilles, vert clair, grosses, cylindriques, raides, glabres, largement elliptiques en coupe transversale, dilatées à la base et effilées au sommet, présentant des canaux aérifères et mesurant 3 à 15 cm de long sur 2 à 4 mm d'épaisseur. Ces feuilles immergées n'ont pas de stomates.
- De nombreuses racines adventives sur le rhizome.

A l'aisselle des feuilles, se développent des stolons, de 3 à 60 cm de long, portant des feuilles réduites à des écailles. A leur extrémité, les stolons forment de nouvelles rosettes de feuilles et s'enracinent dans le sol par des racines adventives. Ainsi permettent-ils une importante propagation végétative de la plante sous l'eau.

La forme terrestre

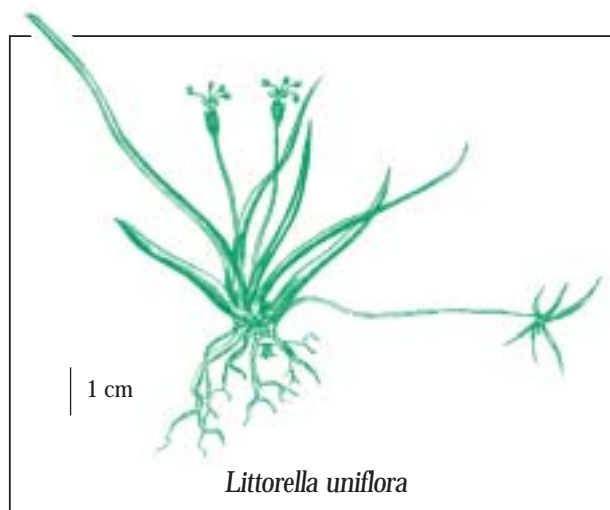
Elle correspond à la transformation de la forme aquatique après exondation. Elle est constituée de rosettes de feuilles denses, mais ne présente pas de stolon. Elle fleurit (l'espèce est monoïque).

Chaque rosette comprend :

- Un rhizome vertical et très court, avec des racines adventives.
- Des feuilles nombreuses (5 à 25), petites (2,5 à 4-10 cm de long) et présentant de nombreux stomates³²¹. La face supérieure, surtout chez les feuilles internes, présente un sillon longitudinal, tandis que la face inférieure est semi-cylindrique.

Les fleurs mâles sont situées au sommet d'assez longs pédoncules et les fleurs femelles à leur base. Les fleurs mâles sont petites (sépales longs de 4 mm et étamines à filets de 10-20 mm), les fleurs femelles, peu visibles, sont protégées par des gaines foliaires et entourées de longs poils laineux. La floraison de chaque plante est généralement rapide et concentrée sur une à deux semaines³²¹. La floraison suit l'émersion du substrat.

Fruit sec indéhiscent à une graine (akène), de 2 mm de long.



Espèces proches

On peut confondre *Littorella* avec :

- Les stades jeunes de *Baldellia ranunculoides*. Mais cette espèce acquiert assez rapidement des feuilles lancéolées et sent la coriandre au froissement.
- Les stades bien développés de certains isoètes (comme *Isoetes velata*), mais l'absence de stolon chez ces derniers permet de les distinguer.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition^{63, 292}

Littorella uniflora est une espèce ouest-européenne et subatlantique, absente du pourtour méditerranéen, à l'exception de la Corse, de la Sardaigne, du centre et du sud de la péninsule ibérique (Medina, com. pers.) et du Maroc. Elle s'étend en latitude de 38°45' au sud (Lisbonne) jusqu'à 68°20' au nord et, en longitude, des Açores (31°W) jusqu'à la Carélie (35° E). Sur cette vaste superficie, sa répartition est discontinue.

France

Espèce de la façade atlantique mais présente en Corse. Une localité non confirmée récemment en Crau (étang du Luquier, Bouches-du-Rhône).

Autres pays méditerranéens

Maroc dans la région du Rif, Sardaigne (où elle est rarissime et atteint la limite sud de son aire de répartition européenne), provinces du nord de l'Italie (sous un climat non-méditerranéen), Espagne et Portugal.

Habitat

Description générale

1. Habitats les plus fréquents en Europe (non méditerranéenne)

Littorella uniflora se rencontre sur les rives des plans d'eau oligo-mésotrophes* :

- Lacs et trous des zones tourbeuses, étangs piscicoles, sablières, gravières et fossés.
- Mares peu profondes, périodiquement inondées, sur divers substrats (limon, sable, gravier et même gros cailloux). Les conditions optimales de vie sont une exondation estivale et une profondeur maximale de 1,5 m en hiver.

2. Mares temporaires méditerranéennes

Dans le sud de la Corse, *Littorella uniflora* se trouve actuellement dans six mares temporaires : quatre dans la Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone et deux mares, d'origine artificielle, sur le plateau de Frasselli.

Il est associée aux espèces suivantes : *Isoetes velata*, *Pilularia minuta*, *Baldellia ranunculoides* et *Ranunculus ophioglossifolius*.

Directive Habitats

En région méditerranéenne :

“Mares temporaires méditerranéennes” (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3412 Groupements méditerranéens aquatiques à isoètes : groupements constitués par *Isoetes velata* des pièces d'eau à niveau variable (où *I. velata* a une phénologie beaucoup plus précoce que celle de *Littorella uniflora*)

Phytosociologie*

Littorella uniflora est une espèce compagne dans les groupements à *Isoetes velata* (Corse). Elle est par ailleurs caractéristique de formations de la Classe des *Littorelletea* en Espagne⁷⁹ et dans le nord-ouest de l'Europe où elle participe également à des associations* de plantes immergées de la classe des *Potamogetonetea pectinati*^{47, 82, 127}.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèce vivace : hydrophyte* hémicryptophytique*.

Reproduction

Aérienne.

Floraison

En Corse, de la mi-mai à la fin juin et en avril-mai au Maroc.

Stratégie adaptative (sensu Grime¹⁶³)

Tolérant au stress (S).

Cycle biologique

Au début du printemps, sous une profondeur d'eau de 10 à 30 cm :

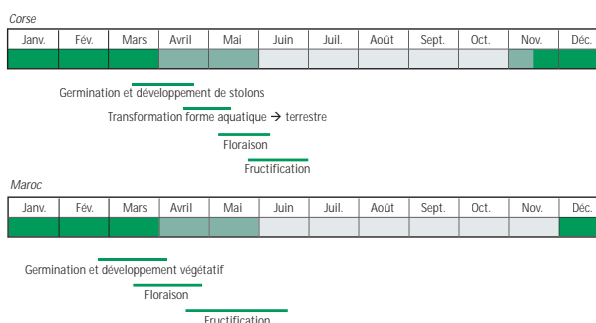
- Les akènes germent pour donner de nouveaux individus qui émettent des stolons produisant des rosettes (forme immergée).
- Les rhizomes sortent de dormance et produisent de courts stolons donnant de nouvelles rosettes (forme immergée).

A la fin du printemps, lors de l'assèchement de la mare ou sous une très faible profondeur d'eau (inférieure à 10 cm) :

- Transformation des rosettes de la forme immergée en rosettes de la forme terrestre (début mai).
- Floraison des plantes émergées ou situées sous une faible profondeur d'eau (fin mai et juin).

En été :

- Fructification (juin et début juillet).
- Passage à l'état de vie ralentie des akènes et des rhizomes courts.



Conditions environnementales

Hydrologie

Une inondation hivernale est indispensable à la germination et à l'activation des bourgeons des rhizomes courts donnant des stolons. Une émergence est indispensable à la floraison^{117, 127}.

Substrat

Substrat acide, meuble, parfois pisolitique, assez peu épais (moins de 10 cm de profondeur), de granulométrie variable (limon, sable, gravier), sans (ou avec très peu de) débris organique et oligo-mésotrophe.

Compétition interspécifique

Plante héliophile* supportant mal le recouvrement par des espèces de grande taille (*Eleocharis palustris*, *Phragmites australis*, divers *Scirpus*).

Impact des perturbations

Les perturbations de faible intensité (pacage, piétinement), provoquant un petit degré de tassement du substrat, lui sont favorables¹²⁷. Le drainage, en modifiant l'hydrologie des mares, peut avoir un impact sur la germination des akènes et le succès de la reproduction sexuée.

Lumière

Son caractère héliophile* pourrait expliquer son absence des mares turbides au Maroc.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

- France :
 - En Corse, seulement 6 sites (voir *supra*).
 - En France non méditerranéenne : espèce présente à l'état disséminé dans les régions de l'ouest, du centre, de l'est, et de l'extrémité nord du pays⁹⁶.
- Italie : plusieurs sites disséminés dans les régions du nord (Piémont, Lombardie, Vénétie, Emilie Romagne), un seul site en Sardaigne²⁹².
- Espagne et Portugal : une centaine de sites disséminés dans la moitié nord-ouest de la péninsule ibérique (Medina, com. pers.).
- Maroc : espèce signalée uniquement dans la région montagnieuse subhumide à humide du Rif (dayet Issaguène).

Etat de conservation

- En France méditerranéenne : en Corse, les populations fluctuent d'une année à l'autre, mais paraissant stables à moyen terme dans les mares des Tre Padule. Les données sur celles de Frasselli manquent. Les quelques pieds signalés par Lorenzoni²²⁵ dans la mare de Mura dell'Unda (nord de Porto-Vecchio) n'ont plus été retrouvés (recherchés en 2001, 2002 et 2003). Gamisans¹⁴⁵ avait signalé sa présence au lac de Ninu (1 800 m d'altitude), mais une étude récente du lac n'a pas permis d'y retrouver l'espèce. En Crau, où une récolte a été faite en 1954 à l'étang du Luquier²⁵⁷, l'espèce n'a pas été revue et pourrait avoir disparu (modification de la qualité des eaux, envahissement des berges par *Paspalum distichum*).
- En France non méditerranéenne, elle est considérée comme disséminée et vulnérable⁹⁶.
- En Italie, l'espèce régresse dans le nord du pays⁸⁶.
- Au Maroc, les populations paraissent stables à moyen terme malgré des fluctuations interannuelles fortes (liées à celles des pluies).

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- Maroc : "très rare" (RR) ^{133, 230} - Italie, livre national : "vulnérable" ^{86, 181} - Espagne, listes régionales (Medina, com. pers.)

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

En Corse, jusqu'à présent, ce type de menaces paraît absent. Au Maroc et en Espagne, le drainage constitue la principale menace, ainsi que le surpâturage au Maroc. Au nord de l'Italie, l'eutrophisation* croissante des eaux entraîne la raréfaction de l'espèce^{86, 292}.

Facteurs naturels

En Corse, le fort assèchement de fin de printemps et d'été, la faible profondeur et la pauvreté minérale du substrat meuble, ainsi que le pacage extensif de bovins sur les six mares présentant *L. uniflora* sont suffisants pour prévenir la dynamique de végétaux plus compétiteurs (comme *Eleocharis palustris*).

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Corse : le site des Tre Padule est protégé par son statut de Réserve Naturelle.

Maroc : aucune mesure de gestion.

Recommandations

Corse : maintenir le pacage extensif de bovins.

Maroc : promouvoir une limitation de l'effectif du bétail.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Bournérias *et al.*, 2001⁴⁷ ; Casper & Krausch, 1981⁶³ ; Cirujano *et al.*, 1992⁷⁹ ; Clément & Touffet, 1983⁸² ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Dierssen, 1983¹¹⁷ ; Duvigneaud, 1971¹²⁷ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Gamisans, 1988¹⁴⁵ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Lorenzoni & Paradis, 2000²²¹ ; Lorenzoni, 1997²²⁵ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Molinier, 1981²⁵⁷ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Robe & Griffiths, 1998³²¹.

Auteurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Collaborateurs : Grillas P., H. Michaud, L. Rhazi & N. Yavercovski

Lythrum borysthenicum (Schrank) Litv. (1) & *Lythrum tribracteatum* Salzm ex Sprengel (2)

ANGIOSPERMES

LYTHRACEAE

Principaux synonymes

(1) *Peplis erecta* Moris, *P. hispidula* Durieu, *P. nummulariaefolia* Jord., *L. biflorum* (DC.) J. Gay.

(2) *L. Salzmannii* Jord., *L. dibracteatum* Guss., *L. hyssopifolium* L. subsp. *salzmanni* (Jordan) Bonnier
L. hyssopifolia L. var. *pseudo-bibracteatum* Tallon

Noms français : (1) Péplis dressé ; (2) Salicaire à trois bractées

Nom espagnol : (2) Alheli silvestre¹⁷⁷

Noms italiens : (1) Salcerella a foglie ovali ; (2) Salcerella con due brattee

Noms anglais : (1) Loosestrife (nom du genre) ; (2) Threebract Loosestrife

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification**(1) *Lythrum borysthenicum***

- Feuilles sessiles* ou presque, ciliées quand elles sont jeunes, ovales arrondies, opposées, les supérieures en spirale.
- Tige ciliée et assez rude au sommet, dressée, de 5 à 15 cm de haut.
- Fleurs solitaires, subsessiles à l'aisselle des feuilles.
- Calice élargi à la base, en tube court, presque aussi large que long, sans côtes saillantes et plus long que la capsule, à cinq ou six dents courtes, obtuses, égales ou presque égales.
- Pétales purpurins, au nombre de cinq ou six, ou absents.
- Etamines six, incluses dans chaque fleur.

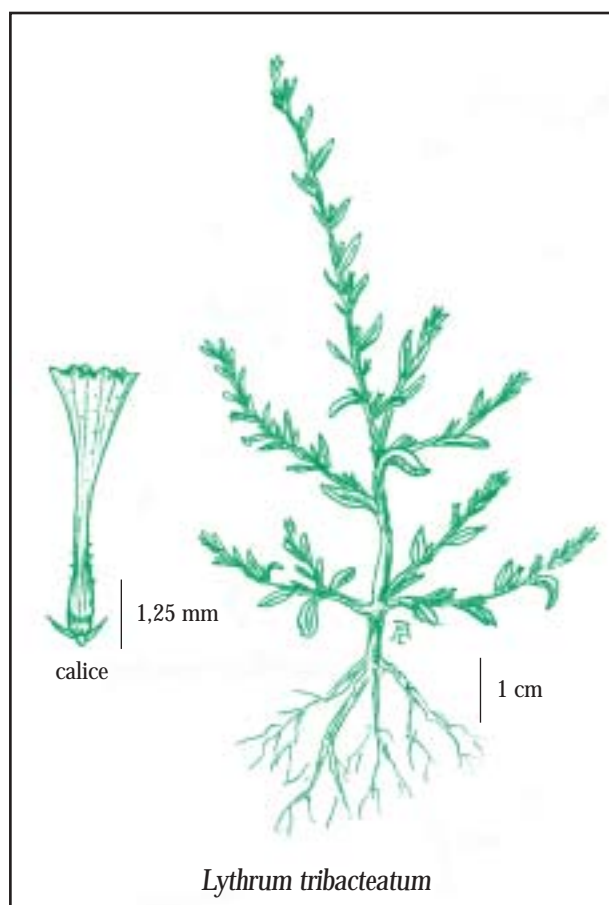
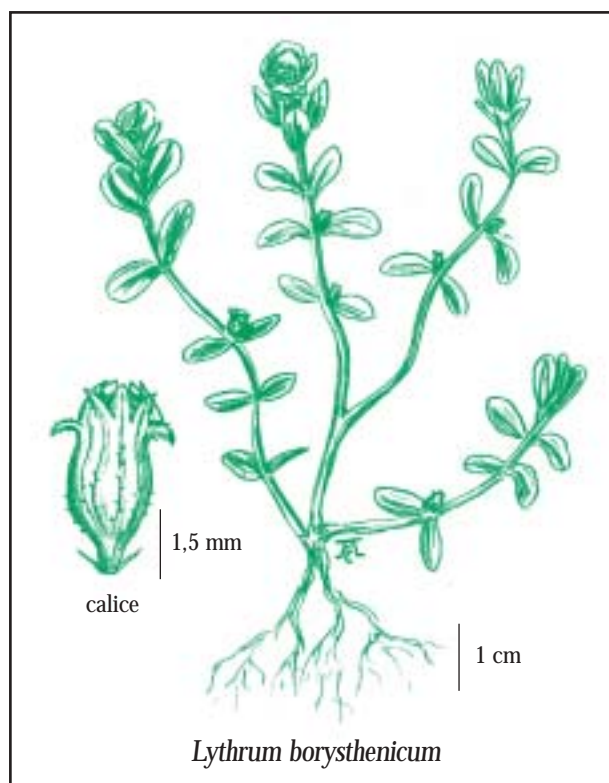
(2) *Lythrum tribracteatum*

- Plante verte, glabre, basse (5 à 30 cm), plus ou moins couchée.
- Feuilles elliptiques, petites, entières, linéaires à oblongues (0,3-1,5 cm de long sur 0,1-0,3 cm de large), sessiles et alternes.
- Fleurs petites, solitaires à l'aisselle des feuilles des rameaux, subsessiles, purpurines ; cinq à six pétales, égalant environ la moitié du tube du calice.
- Calice rétréci à la base, très allongé en tube, beaucoup plus long que large (0,5-0,6 cm de long), muni de côtes saillantes et possédant 8 à 12 dents très courtes, triangulaires, inégales, obtuses, et de deux bractées linéaires vertes aussi longue que lui et ressemblant aux feuilles, ou au contraire très courtes et scarieuses.
- Etamines cinq à six. Style inclus.
- Fruit : capsule* cylindrique égalant environ le calice. Graines jaunes un peu comprimées.

Espèces proches

(1) *L. borysthenicum* peut être confondu avec *L. (Peplis) portula*, mais cette espèce a des feuilles nettement pétiolées et spatulées, une tige couchée, des pétales lilacées, un calice plus court que la capsule.

(2) *L. tribracteatum* peut être confondu avec *L. thymifolia* et *L. hyssopifolia*, mais chez ces deux espèces la couleur est glauque, le port est dressé, les dents externes du calice sont plus longues que les internes, le calice est en tube, la tige est simple ou très peu ramifiée.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

(1) *Lythrum borysthenicum*

Espèce subméditerranéenne.

France

Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur (plaine des Maures, Colle du Rouet, bois de Palayson, îles d'Hyères, plateau d'Evenos), Languedoc-Roussillon (Roque-Haute, plaine quaternaire de Béziers, plateau des Fenouillèdes et terrasses alluviales de l'Agly) et Corse.

Extension hors de la zone méditerranéenne dans le centre ouest de la France jusqu'à la vallée de la Loire et la Sarthe. Autrefois signalé dans la Dombes et ses environs, mais données néanmoins très suspectes²⁶⁶ (R. Dupré, CBNBP, com. pers.).

Autres pays méditerranéens

Portugal : absent dans le nord du pays.

Espagne : moitié ouest, jusqu'à Gérone et Valence, absent d'une grande partie de la Galice et des Asturies⁶⁴.

Italie : Toscane, Lazio, Sardaigne, Sicile²⁹².

Maroc : plaines atlantiques et basses et moyennes montagnes, sous bioclimat* méditerranéen semi-aride subhumide.

Présent également en Grèce, Chypre, Turquie, Algérie, Tunisie, Libye, Israël.

(2) *Lythrum tribracteatum*

Espèce méditerranéenne.

France

Région atlantique : départements de la Loire-Atlantique, Vendée, Charente-Maritime, Aveyron.

Région méditerranéenne :

- Région Languedoc-Roussillon : basse plaine de l'Aude, plateau de Vendres, de Roque-Haute et de Caux-Fontès-Pézenas, Agde, étangs littoraux languedociens, mares des garrigues du Montpellierrais, étang de Capelle et Costière nîmoise, Petite-Camargue.
- Région PACA : mare de Lanau en Crau, mares des Cerisières en Camargue, plateau des Quatre-Terms, plateau du Cengle et Centre Var.

Autres pays méditerranéens

Portugal, Espagne, Italie continentale (dans toutes les provinces sauf Marche, Abruzzes et Basilicate), Sardaigne, Sicile, Albanie, Grèce, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Turquie, Syrie, Liban et Egypte.

Habitat

Description générale

(1) *L. borysthenicum* : mares temporaires sur substrat non calcaire (grès, granite, quartzite, schiste, basalte, etc.) inondées en hiver et très sèches en été, à eaux oligotrophes*, mais également bords de marais et d'étangs, ou ruisselets peu profonds à écoulement lent (dans les Maures).

(2) *L. tribracteatum* : mares temporaires de plaine, de basse et moyenne montagne sous bioclimat méditerranéen subhumide et humide. Dans l'ouest de la France, *L. tribracteatum* occupe également des prairies saumâtres arrière-littorales dans les dépressions à sol humide nu, et des endroits piétinés par le bétail⁹⁶.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*) (France) : (1) et (2)

22.343 Gazons méditerranéens amphibies halo-nitrophiles (*Helochloion*) (Espagne) : (2)

22.32 Gazons amphibies annuels méditerranéens (*Nanocyperetalia*) (France et Espagne) : (2)

Phytosociologie*

Maroc

Les deux espèces appartiennent à l'*Isoetion (velatae)*. *Juncus pygmaeus*, *J. bufonius*, *J. capitatus*, *Lythrum thymifolia*, *L. hyssopifolia*, *Isoetes velata*, etc., leur sont associés.

France continentale

(1) Dans le Var (plaine des Maures, plaine de Palayson), *L. borysthenicum* caractérise, avec *Ranunculus revelieri*, une association* de l'*Isoetion* endémique* de cette région. En Languedoc-Roussillon, il se rencontre dans les formations à *Isoetes setacea* (*Isoetium setacei* Br.-Bl.)

(2) *L. tribracteatum* est souvent associé à *Damasonium polyspermum* comme espèce caractéristique de l'alliance du *Lythron tribracteati* (ordre des *Nanocyperetalia flavescens*)^{153, 215}. Il se rencontre parfois dans des rizières en Camargue, et accompagne assez souvent les *Crypsis* au bord des étangs languedociens. Il caractérise aussi l'*Elatinium macropoda* Br.-Bl. (1931), autrefois décrit à Agde.

Sur le littoral centre-atlantique, il caractérise un *Junco hybrid-Lythretum tribracteati* développé dans des marais subhalophiles³⁶².

Corse

L. borysthenicum est associé à *Isoetes velata* et à *Juncus pygmaeus* dans les mares des Tre Padule de Suartone²²¹, à *Elatine bronchonii* et *Juncus pygmaeus* dans la mare de Padulellu²¹⁹, à *L. hyssopifolia* et *Cotula coronopifolia* dans la mare temporaire de bord de mer sur la pointe de la Tour d'Olméto²⁸².

Espagne³¹⁹

L. tribracteatum caractérise l'alliance du *Lythron tribracteati*, ainsi que l'association du *Lythro-Helochloetum schoenoidis* Rivas Martinez, 1966, dans l'alliance de l'*Helochloion*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophytes (espèces annuelles) à scape*.

Reproduction

Aérienne.

Cycle biologique

Au Maroc et en Corse, *L. borysthenicum* et *L. tribracteatum* germent dès février si le site est inondé, la floraison s'étale de fin avril jusqu'à juillet pour *L. borysthenicum* et de début mai à juillet pour *L. tribracteatum*. La fructification démarre fin mai

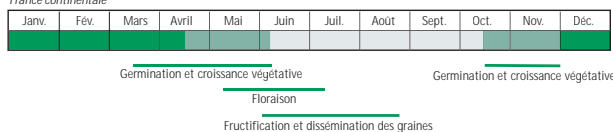
pour *L. borysthenticum* et mi-juin pour *L. tribracteatum*, accompagnée d'une dissémination des graines à une courte distance du pied mère.

En France continentale, la floraison est légèrement plus tardive, elle a lieu en juin-juillet pour *L. borysthenticum* et en mai-juin pour *L. tribracteatum*.

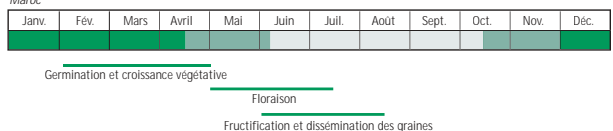
En Corse, *L. borysthenticum* a le cycle suivant : germination en février et mars, croissance en mars et avril, floraison et fructification en mai et début juin, mort de la plante lorsque le milieu est asséché, en juin.

Lythrum borysthenticum

France continentale

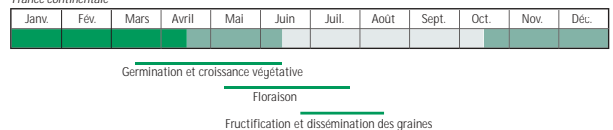


Maroc

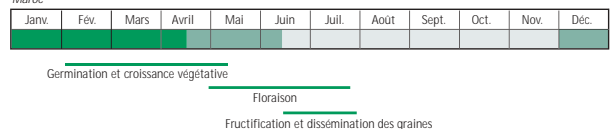


Lythrum tribracteatum

France continentale



Maroc



Conditions environnementales

Hydrologie

Ces deux espèces amphibies des mares sont souvent localisées en position plus hydromorphe (basse) que *L. thymifolium* et *L. thesioides*. La germination des graines nécessite un sol saturé en eau (l'inondation n'est pas indispensable). Au stade végétatif la plante peut supporter des hauteurs d'eau faibles (< 4-9 cm) mais est incapable de résister durablement sous des hauteurs d'eau élevées.

Substrat

(1) *L. borysthenticum* croît sur des substrats généralement acides (sols siliceux).

(2) *L. tribracteatum* se rencontre sur substrats siliceux ou calcaires (sols sableux, sablo-limoneux, limoneux ou argilo-limoneux). En France continentale, le sol est souvent argilo-limoneux, riche en calcaire actif* et parfois salé (Camargue, étangs littoraux languedociens, centre ouest de la France)^{153, 362}.

Compétition interspécifique

Un important développement de végétaux de grande taille peut défavoriser, par leur ombrage, ces espèces héliophiles*. C'est le cas en France continentale où la majorité des sites connaissent un abandon total du pâturage.

Impact des perturbations

Il est favorable lorsqu'elles limitent les plantes concurrentes.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

Maroc

Les deux espèces sont assez bien représentées. Elles se rencontrent sur les plaines atlantiques nord (dayas* au sud-est de Tiflet, dayas de Mamora, de Benslimane, Loukkos, etc.), les plaines centrales (région du Haouz) et sur les régions montagneuses (Moyen Atlas, Haut Atlas, Rif, Tanger).

France

L. borysthenticum est très rare dans le Languedoc-Roussillon, plus abondant mais localisé en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Var), assez fréquent dans les mares corses. *L. tribracteatum* est rare sur tout le territoire national, y compris en région méditerranéenne (localisé dans le Languedoc, très rare en région PACA, et absent de Corse).

Algérie

L. borysthenticum est une espèce rare, alors que *L. tribracteatum* est assez commune³⁰³.

Espagne

Ces espèces ne sont pas considérées comme rares. *L. borysthenticum* est fréquent dans la moitié ouest de la péninsule ibérique, et *L. tribracteatum* a une large extension sur toute la péninsule (27 provinces en Espagne, 6 au Portugal)⁶⁴.

Etat de conservation

Maroc

Les populations sont assez stables mais des menaces croissantes risquent d'entraîner une régression des populations à court ou moyen terme.

France

(1) *Lythrum borysthenticum*

- En région méditerranéenne continentale française, *L. borysthenticum* a davantage régressé que *L. tribracteatum*. Sa situation est précaire en Languedoc-Roussillon, où de nombreuses populations ont déjà disparu (Petite Camargue, Costière nimoise, Grammont, Agde, Lamoure, mare de Saint-Estève), tandis que d'autres sont en sursis (Fenouillèdes, plateau de Vendres et de Torremila). En Provence siliceuse, l'espèce se maintient bien, elle a néanmoins disparu de la presqu'île de Giens.

- En Corse, sur une des mares temporaires (mare de Chevanu), utilisée comme parking de mai à septembre, une très forte décroissance de la population de *L. borysthenticum* a été constatée depuis 1991, sans doute par suite de l'écrasement des plantes en début de fructification.

- L. borysthenticum* a récemment été redécouvert au lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique)⁶⁷.

(2) *Lythrum tribracteatum*

- L. tribracteatum* se maintient bien dans le Languedoc littoral et la basse plaine de l'Aude. Il a disparu des rives de l'étang de Berre, mais une dizaine de localités ont récemment été découvertes dans

Les mares temporaires méditerranéennes

le Var, rendant son statut moins précaire qu'indiqué dans le livre rouge²⁷⁴. Certaines localités sont toutefois menacées par l'urbanisation (Agde) ou le remembrement des zones humides (Vendres). La station des Hautes-Alpes, très réduite, est vulnérable. Dans l'Aveyron, ce *Lythrum* a été observé récemment comme adventice dans la vallée du Tarn, mais les autres stations de ce département n'ont pas été revues.

• Dans l'aire atlantique, les populations de *L. tribracteatum*, autrefois assez nombreuses, paraissent réduites actuellement à un petit nombre de stations* ^{274, 362}.

Espagne et Portugal

L. borysthenticum pourrait être en extension en raison de sa facilité à coloniser de nouveaux habitats artificiels (Medina, com. pers.).

Statut des espèces/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	- France : (1) liste régionale du Languedoc-Roussillon : arrêté du 29/10/1997, J.O. du 16/01/1998 (2) liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- (2) France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

L'abandon de l'élevage traditionnel, la mise en culture des terres, l'urbanisation, le comblement par des déblais, l'utilisation des mares asséchées ou en voie d'assèchement (comme parkings, par ex.) et le drainage sont à l'origine de la régression et de la vulnérabilité des populations de ces deux taxons.

Facteurs naturels

Au Maroc, dans les sites sous bioclimat semi-aride, la fréquence des années sèches qui freine le renouvellement des stocks semenciers est une menace potentielle pour ces deux taxons. En France, la principale menace pour ces deux espèces provient essentiellement de la fermeture du milieu suite à une dynamique progressive des végétaux ligneux.

Risques liés aux populations

Les tailles assez réduites des populations qui subsistent actuellement les rendent vulnérables.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Maroc

Il n'existe aucune mesure de gestion.

France

L. tribracteatum bénéficie de la protection réglementaire de quelques sites (Réserves Naturelles de Roque-Haute dans l'Hérault et de Saint-Denis-du-Payré dans l'Ouest), et *L. borysthenticum* de celui de la Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone (sud de la Corse).

L. borysthenticum bénéficie par ailleurs dans la plaine des Maures (Var) de mesures de gestion expérimentales, dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires".

L. tribracteatum fait l'objet d'un suivi annuel dans la mare de Lanau (Bouches-du-Rhône), et ses semences sont conservées *ex-situ* par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.

Enfin, plusieurs sites (Roque-Haute, plaine et massif des Maures, Notre-Dame de l'Agenouillade à Agde, etc.) sont inclus dans des périmètres Natura 2000*.

Recommandations

- Promouvoir un recensement plus précis et un suivi des stations.
- Eviter toute modification de l'hydrologie des mares (drainage et comblement).
- Maîtriser l'urbanisation et la gestion des sites.
- Maintenir une certaine ouverture du milieu par le pâturage ou un entretien du couvert végétal par débroussaillage.
- Mettre en place des mesures légales de préservation des espèces et des sites.
- Sensibiliser les gestionnaires concernés.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Aubert & Loisel, 1971¹⁸ ; Barbero, 1965²¹ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Chagneau, 2003⁶⁷ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Fournier, 1961¹³⁹ ; Gaudillat & Hauray, 2002¹⁵³ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹, 2000²²¹ ; Lorenzoni *et al.*, 1994²²⁶ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Médail *et al.* 1998²⁴⁶ ; Molina, 1998²⁵¹ ; Nétien, 1993²⁶⁶ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Paradis *et al.*, 1999²⁸², 2002²⁸⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Quézel & Santa, 1962-1963³⁰³ ; Rhazi *et al.*, 2001³¹⁴ ; Rivas-Goday, 1970³¹⁸ ; Terrisse, 1996³⁶² ; Valdés *et al.*, 2002³⁹¹ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteurs : Michaud H. & L. Rhazi

Collaborateurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Lythrum thymifolium L. (1) & *Lythrum thesioides* M. Bieb. (2)

ANGIOSPERMES
LYTHRACEAE

Principaux synonymes

- (1) *L. hyssopifolia* L. subsp. *thymifolium* (L.) Bonnier & Layens
L. thymifolia L.
(2) *L. geminiflorum* Bertol.
L. thesioides M. Bieb. subsp. *geminiflorum* (Bertol.) Rouy & E.G. Camus
L. purpurascens Châtenier

Noms français : (1) Lythrum à feuilles de thym, Salicaire à feuilles de thym ; (2) Lythrum faux-Thésium, Salicaire faux thésium

Noms espagnol : (1) Salicaria-menor (catalan)

Noms portugais : (1) Salicaria-menor

Noms italiens : (1) Salcerella con foglie di timo ; (2) Salcerella a fiori appaiati

Noms anglais : (1) Thymeleaf Loosestrife ; (2) Loosestrife (nom de genre)

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{96, 139, 292, 386, 394}

(1) *Lythrum thymifolium*

- Plante annuelle glauque, plus ou moins scabre*, de 3-10 cm de hauteur, à tige glabre, dressée, grêle, très feuillée et assez peu rameuse.

- Feuilles linéaires, sessiles*, alternes, petites (0,5-0,9 cm de long sur 0,1-0,2 cm de large), étroites, rapprochées, très finement denticulées sur les bords.

- Fleurs très petites, solitaires à l'aisselle des feuilles des rameaux, courtement pédicellées et munies à la base du calice de deux bractées linéaires de taille très variable d'un individu à l'autre, parfois au sein d'une même population^{234, 386}.

- Calice allongé, tubuleux, et court (0,20-0,25 cm de long), surmonté par huit dents très inégales : quatre longues (0,5-1 mm), papilleuses, alternant avec quatre très courtes, membraneuses.

- Corolle à quatre pétales roses dépassant à peine les dents du calice.

- De deux à quatre étamines par fleur.

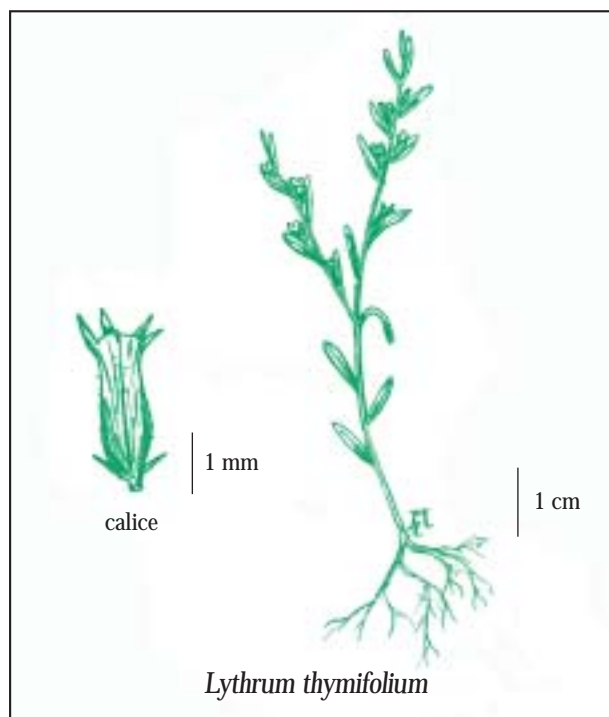
- Fruit : capsule* égalant au moins le tube du calice.

(2) *Lythrum thesioides*

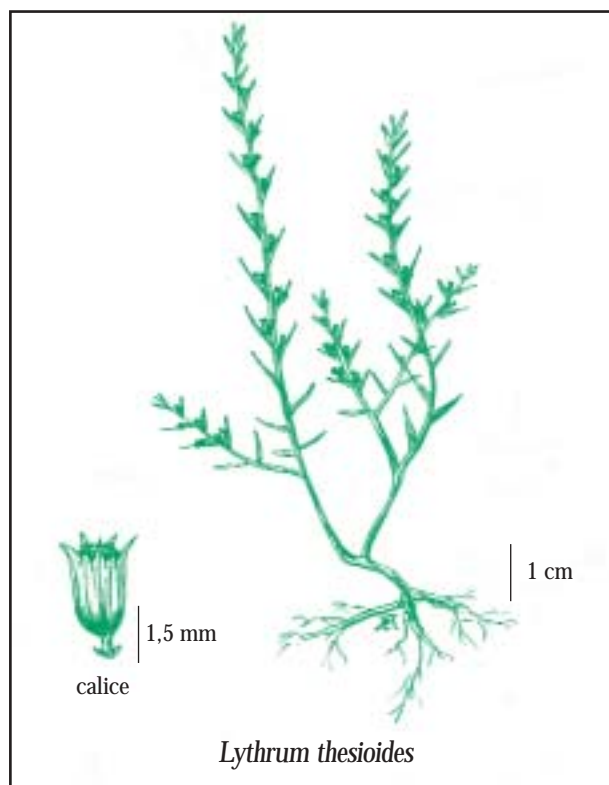
- Très semblable, quoiqu'un peu plus grand (jusqu'à une quarantaine de centimètres).

- Fleurs très petites groupées par deux ou trois à l'aisselle de toutes les feuilles (elles sont solitaires chez *L. thymifolium*).

- Calice court, en cloche, à 8-12 dents, et corolle rose-pourpre, à 4-6 pétales à nervure médiane plus foncée (chez *L. thymifolium*, le calice est cylindrique, à huit dents, et la corolle a quatre pétales uniformément roses).



Lythrum thymifolium



Lythrum thesioides

Espèces proches

- *Lythrum tribracteatum* présente le plus souvent un port plus ou moins prostré, des tiges très rameuses, des feuilles souvent elliptiques, des fleurs à calice tubuleux, étroit, à 10-12 dents triangulaires égales très courtes et peu visibles, et une corolle pourpre à 5-6 pétales. C'est une espèce rare plus hygrophile* que *L. thymifolium*, et de milieux oligotrophes* à eutrophes*.

- *L. hyssopifolium* L. est une espèce commune de toutes sortes de milieux humides à inondables. Elle est le plus souvent robuste, peu glauque, à feuilles lancéolées atténuées à la base, à fleurs

ordinairement hexamères*, pédicellées. Les six pétales dépassent nettement le calice, surmonté de 12 dents inégales (6 longues de 0,5-1 mm, peu papilleuses, alternant avec 6 courtes, membraneuses). La fleur contient six étamines. Des formes ambiguës entre *L. hyssopifolium* et *L. thymifolium* ont été (rarement) rencontrées et leur interprétation est toujours délicate.

• *Frankenia pulverulenta* est toujours une plante des milieux salins du littoral ou de l'intérieur. Elle présente un port prostré, une tige un peu ligneuse à la base, très rameuse, des pétales roses violacés à limbe allongé échancré et des feuilles étroites spatulées et faiblement enroulées aux bords.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

(1) *L. thymifolium*

Espèce méditerranéenne.

France²⁷⁴

Départements de l'Allier, du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire, de l'Ardeche, de la Drôme, des Hautes-Alpes, des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault, du Gard, des Bouches-du-Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes.

Autres pays méditerranéens^{386, 394}

Portugal, Espagne, Italie, Grèce, Algérie et Maroc.

(2) *L. thesioides*

Espèce subpontique.

France

Basse vallée du Rhône : Pierrelatte (Drôme), Caderousse et Orange (Vaucluse), Tresques, la Capelle-et-Masmolène, Meynes et Jonquières-Saint-Vincent (Gard).

Autres pays méditerranéens

Deux données anciennes en Italie dans la plaine du Pau.

Hors région méditerranéenne

Trois données anciennes dans le Caucase, les basses vallées de la Volga et du Don.

Habitat

Description générale

(1) Les habitats favorables à *L. thymifolium* sont les mares temporaires inondées ou simplement saturées* en hiver, et très sèches en été, mais également les bords des ruisseaux, des marais et des étangs. Le substrat est généralement siliceux (grès, schistes, basaltes, etc.), l'eau d'inondation oligotrophe* et de hauteur variable suivant les sites et les années.

(2) *L. thesioides* est lui aussi lié à des milieux inondables, ou très humides durant la mauvaise saison, comme des berges d'étangs naturels d'eau douce ou les terrasses alluviales du Rhône ou de ses affluents. En bordure d'étangs, *L. thesioides* fait partie de la ceinture la plus externe, laissant le centre du marais à des formations basses plus hygrophiles de l'*Isoetion* (autrefois à Pazac, dans le Gard) ou de l'*Heleochoilon* (étang de La Capelle et vraisemblablement autrefois à Jonquières, dans le Gard).

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

(1) 22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

(1) et (2) : 22.32 Gazons amphibies annuels méditerranéens (*Nanocyperetalia*)

Phytosociologie* et espèces compagnes

(1) *L. thymifolium*

Il appartient à la classe des *Isoeto-Nanojuncetea* et aux alliances du *Cicendion filliformis* et de l'*Isoetion s.l.*²⁷⁴.

• En Languedoc : *Isoetum duriaei* Braun-Blanquet.

• En région PACA :

- *Spiranthes-Anagallidetum tenellae* Aubert & Loisel.

- *Isoeto duriaei-Nasturtietum* (= *Sisymbrelletum*) *asperum* Barbero.

Les espèces qui lui sont associées sont diverses : *Juncus pygmaeus*, *J. capitatus* (surtout en Languedoc), *J. bufonius*, *Lythrum borysthenicum*, *L. hyssopifolia*, *Isoetes velata*, *I. duriei* (d'écologie plus proche, en France, de celle de *L. thymifolium* que *I. velata*), *Laurentia michellii*.

En Crau (mare de Lanau), l'espèce est associée aux espèces de l'alliance du *Lythron tribracteati*.

(2) *L. thesioides*

On sait fort peu de choses sur l'habitat de cette espèce qui a été observée aussi bien dans des terres cultivées en zones inondables que sur des grèves d'étangs temporaires. A Jonquières-Saint-Vincent¹⁹² comme à la Capelle-et-Masmolène²⁴⁹, *L. thesioides* était accompagné en abondance par *L. tribracteatum*. Dans cette dernière station existait aussi *Potentilla supina* autrefois présent à Jonquières. A Meyne, *L. thesioides* était accompagné de plusieurs *Centaurium* (*C. pulchellum*, *C. spicatum* et *C. tenuiflorum*), de *Blackstonia serotina*, *Deschampsia media*, *Brachypodium phoenicoides*, *Phleum pratense* subsp. *serotinum*, *L. hyssopifolium*, etc.³⁵⁹. L'habitat de *L. thesioides* semble donc être assez différent de celui de *L. thymifolium* et faire partie, soit de l'alliance du *Lythron tribracteati*, soit même du *Deschampsion mediae*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophytes (espèces annuelles).

Reproduction

Aérienne.

Description des semences

(1) Graines glabres, brunâtres, à forme presque ovoïde (longueur : 0,5 mm ; largeur : 0,4 mm), très finement ponctuées et légères (poids < 0,80 mg).

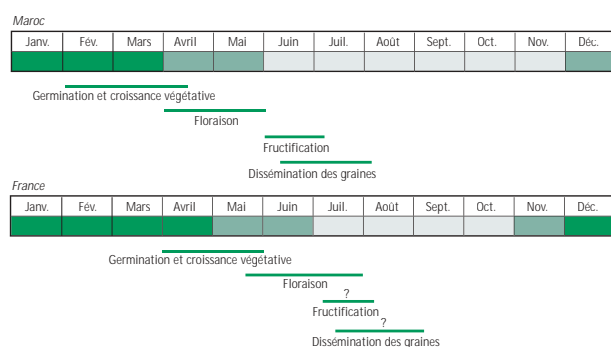
(2) Graines obovales oblongues, de couleur pâle, irrégulièrement convexes en dehors, aplanies-concaves sur la face interne. Tégument couvert de poils très courts, appliqués à l'état sec¹⁹².

Cycle biologique

(1) Au Maroc, germination début février si le site est inondé, croissance végétative de février à fin mars, floraison en avril-mai, fructification fin mai et juin, et dissémination des graines à une courte distance du pied mère. En France, la floraison est légèrement plus tardive, elle a lieu en mai et juin.

(2) Cycle inconnu. D'après l'observation des échantillons d'herbier, la floraison a lieu majoritairement en août-octobre et rarement dès juin (une récolte). La phénologie* de l'espèce est donc plus tardive que celle de *L. thymifolium*, et plus proche de celle de *L. tribracteatum* par exemple. Les étamines ont les anthères qui arrivent à la même hauteur que le stigmate, ce qui rend *a priori* possible l'autogamie. Ce mode de reproduction est d'autant plus vraisemblable que, souvent, les fleurs sont dépourvues de pétales. La capsule*, à peine saillante en dehors du calice, s'ouvre au sommet en quatre valves très courtes. La dispersion des graines est dès lors vraisemblablement limitée. La longévité des graines est sans doute importante, la plante pouvant ne pas s'exprimer tous les ans et disparaître de longues années entre deux apparitions en un lieu donné.

Lythrum thymifolium



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des graines nécessite un sol saturé d'eau. L'inondation n'est pas indispensable. Au stade végétatif la plante peut supporter des hauteurs d'eau peu élevées (< 5-7 cm).

Substrat

Sableux à sablo-limoneux, voire limoneux pour *L. thesioides*. Substrat surtout non calcaire (silice, basalte) pour *L. thymifolium*.

Compétition interspécifique

Un fort ombrage par des végétaux de grande taille peut défavoriser ces espèces héliophiles*, surtout dans les sites qui ne sont plus pâturés (France).

Impact des perturbations

Favorable par l'ouverture du milieu.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

(1) *L. thymifolium*

• En France, d'ouest en est : massif des Fenouillèdes et plaine de la Têt dans les Pyrénées-Orientales, plateaux de Roque-Haute, de

Caux-Fontès-Pézenas et d'Agde, plaines quaternaires siliceuses de Béziers et de Montpellier dans l'Hérault, Costière nimoise dans le Gard, plateau du Coiron en Ardèche, environs d'Issoire dans le Puy-de-Dôme, Upaix dans les Hautes-Alpes, mare de Lanau dans les Bouches-du-Rhône, plateau d'Evenos, plaines et massif des Maures, Colle du Rouet et Bois de Palayson, Estérel de Fréjus dans le Var et massif de Biot dans les Alpes Maritimes^{246, 274}.

• En Espagne et au Portugal : sur les îles Baléares et dispersé dans une grande partie de la péninsule, à l'exception de la Corniche cantabrique⁶⁴.

• En Italie : dans les trois régions de Puglia, Basilicata et Lazio, et en Sardaigne²⁹².

• Au Maroc : mares des plaines atlantiques (Benslimane) et mares des montagnes de l'Atlas.

(2) *L. thesioides*

En France, la plante n'a été trouvée que 14 fois dans 7 localités depuis sa découverte par A. Jordan en août 1841 à l'étang de Jonquières. Seule la localité de l'étang de la Capelle est contemporaine (1998).

Etat de conservation

(1) *L. thymifolium*

Populations en régression en raison de la transformation de ses biotopes. Ce taxon est présumé disparu de certaines anciennes stations (Allier, Haute-Loire, Saint-André-d'Embrun, Aude, ancien étang de Jonquières, etc.).

(2) *L. thesioides*

• En France, les localités suivantes ont été profondément altérées, et la possibilité de survie du *Lythrum* y paraît aujourd'hui bien faible : l'étang de Jonquières, aujourd'hui drainé et cultivé, où l'espèce n'a pas été revue depuis 1902⁵⁸ ; l'étang de Pazac drainé et transformé en vignes et pâtures, où l'espèce n'a été vue qu'une fois en 1951^{360, 361} ; les secteurs d'Orange (vu une seule fois en 1892), de Caderousse⁷⁰, de Tresque (apparu en masse mais une seule fois en 1853) et de Pierrelatte (1915, non revu depuis)^{71, 148}. Ces différents secteurs connaissent aujourd'hui des pratiques agricoles peu compatibles avec la survie de *Lythrum* annuels. La plante n'a pas été revue depuis longtemps ailleurs en Europe, ni en ex-URSS.

• En Italie, il est réputé éteint, ses deux localités n'ayant pas été revues depuis le XIX^e siècle²⁷⁴.

Statut des espèces/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	(2) : strictement protégé (annexe I)
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	(1) et (2) France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	(1) et (2) France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ (1) Maroc : "rare" (R) ^{133, 181, 381} (2) Italie, livre national : "éteinte" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

L'urbanisation ainsi que le drainage des mares et étangs, leur comblement et leur mise en culture constituent, pour les deux taxons les plus grandes menaces.

Facteurs naturels

Au Maroc, la succession des années de sécheresse empêche le renouvellement du stock semencier* de *L. thymifolium*, ce qui pourrait poser problème pour certaines populations à long terme. En France la fermeture du milieu, liée à une dynamique progressive des végétaux ligneux, constitue une menace pour ce taxon.

Risques liés aux populations

- (1) En France, les stations de *L. thymifolium* sont vulnérables et présentent des risques d'extinction locale, d'autant plus que l'espèce est à la limite septentrionale de son aire de répartition.
- (2) Il en est de même pour *L. thesioides* dont la grande précarité en France est peut-être en partie compensée par la longévité de la 'banque de graines*' du sol. Néanmoins, la régression très importante de l'espèce sur toute son aire expose particulièrement la seule population actuellement confirmée.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Aucune mesure directe de gestion ni au Maroc ni en France. En France, seules des récoltes de semences des deux espèces (mises en conservation *ex-situ*) ont été réalisées par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.

Recommandations

- Eviter toute modification de l'hydrologie des mares et étangs (drainage, comblement ou au contraire mise en eau permanente).
- Maitriser l'urbanisation.
- Maintenir ou favoriser une certaine ouverture du milieu par le pâturage ou par l'entretien du couvert végétal (débroussaillage). Un griffage superficiel du sol paraît positif pour *L. thesioides*.
- En France, acquérir une maîtrise foncière des parcelles de l'étang de la Capelle, pour une mise en gestion et pour écarter les menaces toujours potentielles de destruction du dernier site connu abritant *L. thesioides*. Rechercher dans ce site la présence de l'espèce dans les stocks semenciers. Prospector dans les anciennes localités où cette espèce a été observée par le passé, ainsi que dans les quelques zones humides résiduelles de la basse vallée du Rhône, de manière à tenter de trouver de nouvelles populations.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Aubert & Loisel, 1971¹⁸ ; Cabanès, 1903⁵⁸ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Charrel, 1913⁷⁰ ; Châtenier, 1922⁷¹ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fournier, 1961¹³⁹ ; Garraud, 2003¹⁴⁸ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Jordan, 1847¹⁹² ; Lesouëf, 1997²¹⁰ ; Mandin & Hugonnot, 2001²³⁴ ; Medail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Michaud & Molina, 1999²⁴⁹ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Poirion & Barbero, 1966²⁹⁶ ; Rhazi *et al.*, 2001³¹⁴ ; Rouy & Camus, 1901³²⁷ ; Tallon, 1923-1969³⁵⁹, 1953³⁶⁰, 1967³⁶¹ ; Titolet & Rhazi, 1999³⁸¹ ; Tutin *et al.*, 1964-1980³⁸⁵ ; Velayos, 1997³⁹⁴ ; Webb, 1968⁴⁰⁰.

Auteurs : Michaud H. & L. Rhazi

Collaborateurs : Antonetti P., L. Garraud, J. Molina & G. Paradis

Marsilea strigosa Willd.

POLYPODIOPHYTES³⁰⁰

MARSILEACEAE

Principaux synonymes

M. pubescens Ten.*M. fabri* Dunal

Noms français : Fougère d'eau pubescente, Marsilée pubescente.

Noms espagnols : Trébol de agua, Trébol de cuatro hojas, Marsilia¹⁸⁰

Noms marocains : Ouarda el maa, Rjel-el-Ketta^{32, 265}

Noms algériens : Arbas ourrak, Qoub³⁰³

Nom anglais : Clover Fern

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification²

- Fougère hétérosporee* (à macrospores et microspores), aquatique, à longs stolons, et à rhizomes épais pubescents à entrenœuds courts et rapprochés.
- Frondes caractéristiques, formées de 4 folioles disposées en croix au sommet du pétiole (rachis) lui donnant un air de trèfle à quatre feuilles.
- Deux types de frondes :
 - Les premières à limbe flottant, glabre, porté par un long pétiole, formées pendant la phase aquatique.
 - Les secondes, à pétiole rigide et dressé, à limbe pubescent, naissant pendant la phase exondée.
- Fructifications : sporocarpes* velus, axillaires, subsessiles, disposés en deux rangées contre le rhizome.

Espèces proches

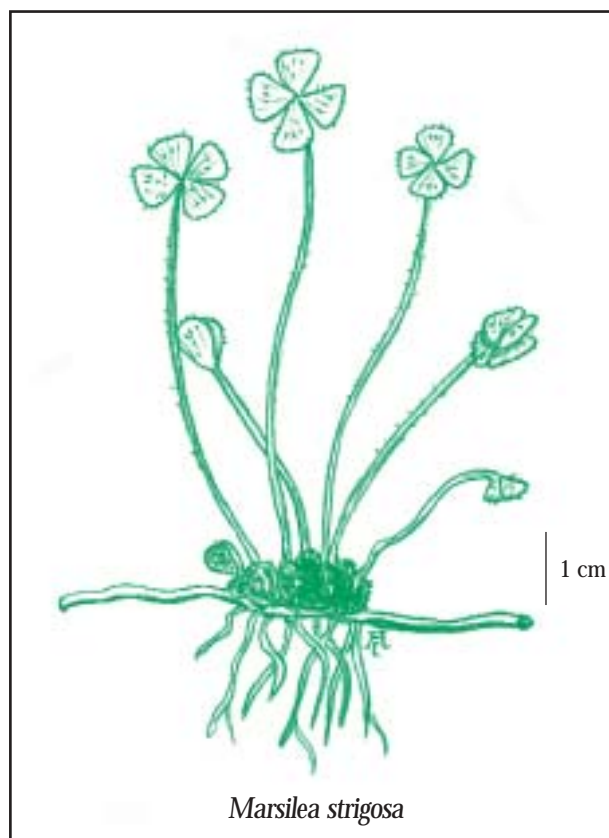
La Marsilée à quatre feuilles (*Marsilea quadrifolia* L. ; syn. : *M. quadrifoliata* (L.) L.) a des folioles toujours glabres, et des sporocarpes courtement pédicellés, solitaires ou fasciculés par deux ou trois. En France, *M. quadrifolia* pousse en région tempérée², alors que *M. strigosa* est une espèce strictement méditerranéenne, ce qui réduit les risques de confusion.

En Espagne, *M. strigosa* peut être confondue avec *M. quadrifolia*, et également avec une espèce endémique de la péninsule ibérique, *M. batardae* (Medina, com. pers.). Cette dernière a des rhizomes beaucoup plus longs et ramifiés, des sporocarpes espacés, nettement pédicellés, dont le pédicelle porte une dent conique³⁰⁰. Au Maroc, *M. minuta* (= *M. diffusa*) présente un rhizome grêle et des sporocarpes nettement pédicellés groupés par deux ou trois (Rhazi L., com. pers.).

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition^{160, 386}

Marsilea strigosa est une espèce ouest-méditerranéenne, présentant quelques localités au nord de la mer Caspienne. Elle est présente en France, Italie, Sardaigne, Espagne, Baléares, Algérie, Maroc, Egypte, Roumanie et Ukraine (Crimée). Son existence au Portugal a été infirmée.



France

Elle n'est connue aujourd'hui que de 3 localités :

- Hérault : mares du plateau de Roque-Haute et dépression humide du plateau viticole de Vendres.
- Pyrénées-Orientales : terrasses alluviales de la Têt, dans les friches de Torremila.

Autres pays méditerranéens

Italie : sud de la péninsule (quelques localités dans la Province de Puglia, région de Taranto) et Sardaigne^{86, 292}.

Espagne : entre 0 et 400 m, dans 14 provinces (Medina, com. pers.). Surtout localisée dans les régions de Catalogne, Levante, Almerie, Extramadure, Castilla Leon et dans les îles de Majorque et de Minorque⁶⁴.

Algérie³⁰³ : mares temporaires de l'Algérois et de l'Oranais (sahels littoraux, plaines littorales, Atlas Tellien).

Maroc¹³⁴ : dayas* des chaînes de l'Atlas jusqu'à 900 m d'altitude (Moyen Atlas, Haut Atlas et anti-Atlas) et des plaines atlantiques (Benslimane, Sidi Bettache).

Egypte : vallée et delta du Nil⁴⁶.

Habitat

Description générale

Marsilea strigosa semble occuper une relativement grande gamme d'habitats naturels et de substrats, et participer à plusieurs unités phytosociologiques dont certaines restent à préciser².

Les mares temporaires méditerranéennes

L'espèce se développe principalement dans des mares temporaires dont les eaux sont pauvres en nutriments et peu minéralisées (Medina, com. pers.). On la trouve (en France à Roque-Haute, ou en Espagne) au sein de végétations amphibies assez longuement inondées, dominées par *Isoetes setacea* ou *Mentha cervina*, ou dans des formations à *Crassula vaillantii* et *Lythrum borysthenicum*^{2, 251, 319}.

Au Maroc, dans les plaines atlantiques, elle se développe dans des formations à *Isoetes velata*, *Ranunculus peltatus* et *Myriophyllum alterniflorum*³¹².

Elle existe également dans d'anciennes vignes dessouchées régulièrement inondées sur cailloutis* siliceux (plateau de Vendres et plaine du Roussillon, France), souvent dans des sillons accumulant l'eau.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

Phytosociologie*

France

Marsilea strigosa est considérée comme une espèce caractéristique de l'association* de l'*Isoetum setaceae* Br.-Bl. (1931) 1935²¹⁵. Dans les friches post-culturales, le rattachement des formations à des unités phytosociologiques reste à faire². Il s'agit vraisemblablement de formations de l'*Isoetion* fortement perturbées par la viticulture.

Espagne

L'espèce est caractéristique de l'association du *Sisymbrello-Preslietum* (alliance du *Preslion cervinae*)³¹⁹.

Espèces compagnes

France

- Dans les mares temporaires (Roque-Haute et Torremila) : *Isoetes setacea*, *Pilularia minuta*, *Mentha cervina*, *Lythrum borysthenicum*, *L. thymifolium*, *Eleocharis palustris*, *Myosurus breviscapus*, *Juncus pygmaeus*, *Pulicaria vulgaris* et *Polygonum romanum* subsp. *gallicum*¹⁹ (Grillas & Tan Ham, com. pers., CEN-LR, com. pers.).
- Dans les friches post-culturales, on retrouve ce cortège appauvri (disparition des *Isoetes*, *Mentha cervina*, *Pilularia minuta* et *Eleocharis palustris*), augmenté d'espèces rudérales (*Conyza* spp., *Dittrichia viscosa*, etc.)^{2, 246}.

Maroc

Isoetes velata, *Ranunculus peltatus*, *Lythrum borysthenicum*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Eleocharis palustris* et *Baldellia ranunculoides*³¹².

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèce considérée comme vivace (hydrophyte* radicante, émettant des stolons, classiquement considérée comme géophyte* à rhizome), mais qui semble se comporter en annuelle (thérophyte*)³⁹⁵.

Sporocarpes

Suborbiculaires, comprimés, sessiles* ou très courtement pédicellés (2 à 2,5 mm), couverts de poils articulés³⁰⁰, d'un diamètre de 3 à 5 mm.

Ils constituent des organes de conservation très efficaces par leur capacité à résister plusieurs décennies, voire plus d'un siècle à l'assèchement. En conditions expérimentales, un sporocarpe âgé de 103 ans issu d'herbier a pu produire 15 embryons⁸³.

Taille des microsporanges : 50-62 microns¹⁸⁰.

Taille des macrosporanges : 450-500 microns¹⁸⁰.

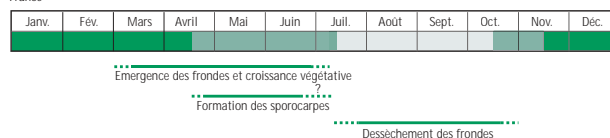
Cycle biologique

Les sporocarpes, imbibés d'eau souvent depuis l'automne, s'ouvrent à la fin de l'hiver et au début du printemps en libérant les microsporanges et les macrosporanges. La fécondation se produit dans les jours qui suivent. Les premières frondes, filiformes, apparaissent au bout de quelques jours, puis des frondes à deux folioles, enfin à quatre folioles. Elles apparaissent sous une mince lame d'eau, pendant la phase d'assèchement de la mare, en hiver au Maroc (janvier-février) et au printemps en France (en mars-avril à Roque-Haute).

Tant que le sol est gorgé d'eau, la croissance végétative est intense : le rhizome continue de croître, en émettant des frondes en grand nombre (touffes denses), ainsi que des stolons qui s'enracinent et permettent le développement de nouveaux rhizomes. La formation des sporocarpes et des spores a été observée en mars-avril en Italie⁸⁶ et d'avril à juin en France.

Lorsque la mare s'assèche complètement, la plante acquiert son port terrestre. Les frondes fanent et disparaissent vers la fin de l'été au Maroc (Rhazi L., com. pers.) et jusque dans le courant de l'automne en France. La plante ne survivrait plus alors que sous la forme de sporocarpes serrés en deux rangées de part et d'autre du rhizome desséché.

France



Conditions environnementales

Hydrologie

L'habitat de *Marsilea strigosa* est caractérisé par une période d'inondation assez longue, comprise entre cinq et huit mois : de décembre à mai-juillet en France (Rhazi M., com. pers.), de décembre à mars en Afrique du Nord³¹², et par une profondeur d'eau maximale d'environ 40 à 50 cm. En conditions expérimentales (non publié), l'ouverture des sporocarpes et la fécondation s'observent sous une lame d'eau faible, voire sur un sol saturé.

Substrat

Le plus souvent non calcaire (plateau basaltique à Roque-Haute, cailloutis siliceux à Vendres et à Saint-Estève).

Compétition interspécifique

Cette espèce est sensible à la compétition par les graminées vivaces et à l'ombrage des ligneux (espèce héliophile*).

Impact des perturbations

Les rhizomes de *Marsilea* ne semblent pas recherchés par les sangliers, mais ils peuvent être ramassés par hasard lors du remaniement du sol par ces animaux. Ils résistent au travail superficiel du sol des vignes.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

France

Espèce très rare avec trois sites connus seulement. A Roque-Haute, sur un ensemble de 200 mares, la Marsilée apparaît disséminée en petites populations dans 10 à 26 mares selon les variations interannuelles des pluies^{162, 246}. Sur Torremila, l'espèce est présente en petites populations éparées dans trois friches humides et une mare temporaire.

Italie

Considérée comme très rare (quelques localités).

Espagne

Une cinquantaine de localités environ dans les régions de Catalogne, Levante, Almerie et Extramadure, dont cinq aujourd'hui disparues ; espèce très rare aux Baléares⁶⁴ (quelques localités au sud de Majorque et au nord de Minorque) (Medina, com. pers.).

Maroc

Nombreuses localités. L'espèce, plus commune que *M. minuta*, n'y est pas considérée comme rare ni menacée¹³³.

Algérie

Espèce rare³⁰³.

Etat de conservation

France

Les populations ont régressé :

- L'espèce a disparu de la mare de la Clape d'Agde, où elle avait été trouvée en 1831, et d'Aigues-Mortes où elle était signalée à la fin du XIX^e siècle².
- La station de Vendres est très sérieusement menacée, les plantes n'y sont plus observées depuis 1998 mais des sprorocarpes sont encore présents dans le sol.
- Les populations de la mare de Saint-Estève et des friches de Torremila découvertes en 1968, ont été détruites. L'espèce a disparu depuis 2000 de deux autres friches découvertes en 1996, néanmoins deux nouvelles stations ont été trouvées depuis sur ce site.

Maroc

L'espèce est considérée comme stable (Rhazi L, com. pers.).

Espagne

L'espèce est en régression (province de Valence en particulier) et une disparition de 10 % des stations est attendue dans les 20 prochaines années (Medina, com. pers.).

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	Espèce strictement protégée (annexe I)
Directive Habitats	Annexes II et IV
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ⁸⁶ - Espagne, listes régionales (Medina com. pers.) - Baléares : "vulnérable" ³³¹ - Italie, livre national : "vulnérable" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

France

Ils constituent les principales menaces. L'habitat des stations de Vendres et Torremila a été dégradé et partiellement détruit par le drainage et la mise en culture. Il est retourné à l'état de friches, où l'espèce s'est maintenue, mais encourt un risque de remise en culture intensive à court terme⁶⁶. Seule une mare intacte subsiste au milieu des vignes de Torremila. A Roque-Haute, malgré le statut de Réserve Naturelle, l'absence de maîtrise foncière et d'usage ne permet plus la gestion ni la surveillance du site, et compromet fortement la conservation des populations de Marsilée.

Espagne

Les principales menaces sont l'assèchement des mares (par drainage), le surpâturage et les changements climatiques¹⁷⁹ (Medina, com. pers.).

Facteurs naturels

Dynamique de la végétation

A Roque-Haute, suite à l'abandon du pâturage depuis plusieurs dizaines d'années, la dynamique des ligneux et l'envahissement par les scirpes menacent l'habitat d'*Isoetes setacea*²¹⁵, qui est aussi celui de la Marsilée²⁵¹. Sur Torremila, l'espèce est concurrencée par les graminées vivaces (*Deschampsia media* principalement), favorisées par la dynamique naturelle des friches.

Variabilité des conditions hydrologiques

Les fluctuations interannuelles d'inondation sont responsables de fluctuations d'abondance des marsilées sans mettre en péril la survie des populations.

Risques liés aux populations

Sa capacité de dispersion très réduite a pour conséquence une faible aptitude à la colonisation de nouveaux sites, et un isolement important des populations, tant géographique que génétique³⁹⁵.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

France

Le site de Roque-Haute bénéficie du statut réglementaire de Réserve Naturelle. La Marsilée y a fait l'objet d'un suivi régulier de 1992 à 2001.

A Vendres, le site est inclus dans un périmètre Natura 2000*, et le Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (CEN-LR) a acquis des terrains pour favoriser la restauration du fonctionnement hydrologique.

Sur Torremilla, le Conservatoire élabore le Document d'objectif (DOCOB) du site Natura 2000 (Natura 2000 FR 9102001 "Friches humides de Torremilla").

Les deux sites de Vendres et de Torremilla sont retenus pour le montage d'un projet LIFE de conservation de la flore alpine et méditerranéenne d'intérêt communautaire à l'échelle européenne (France, Espagne, Italie).

Conservation *ex-situ* : des sporocarpes ont été récoltés par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles. Des essais de culture réalisés avec succès en janvier 2004, en particulier dans le cadre d'un projet de restauration du site de Vendres, montrent la viabilité des sporocarpes récoltés.

Espagne

Quelques localités seulement sont incluses dans des périmètres Natura 2000. Certaines font l'objet de programmes particuliers (Province de Valence, Baléares) (Medina, com. pers.) comme la création de deux micro-réserves dans les lagunes de Sinarcas (Province de Valence) et la production de sporocarpes *ex-situ* à partir de fragments de rhizomes, en vue de la réintroduction de l'espèce¹⁷⁹. L'espèce est classée "menacée" dans les listes régionales des régions où elle est présente (Medina, com. pers.).

Italie

L'espèce est cultivée au jardin botanique de Padoue⁸⁶.

Recommandations (pour la France)

Viticulture

Proscrire dans tous les sites la viticulture intensive, totalement défavorable à la survie des populations de Marsilée par l'impact des différents travaux agricoles (drainage, enfouissement des sporocarpes, herbicides). Par contre, hors de l'habitat mare temporaire, la viticulture extensive (pas d'herbicides, grattage du sol

en surface) n'est pas incompatible avec la conservation des populations de *Marsilea*, à condition qu'elle permette une inondation de l'automne au printemps.

Compétition par les vivaces et les ligneux (fermeture du milieu)

• Dans la Réserve Naturelle de Roque-Haute : appliquer le plan de gestion et plus généralement restaurer une gestion concertée à vocation patrimoniale ; réintroduire, en le testant avec un suivi adapté, le pâturage, de préférence par des moutons et des chèvres.

• Sur Torremilla : promouvoir une gestion des graminées vivaces par le faucardage et le pâturage.

Isolement des populations³⁹⁵

L'isolement génétique a des conséquences sur les stratégies de conservation : pour bien protéger cette espèce, et préserver son potentiel adaptatif, il est nécessaire de protéger un grand nombre de ses populations.

Absence de maîtrise foncière ou d'usage

Restaurer la maîtrise foncière et/ou d'usage, préalable important à la mise en place d'une gestion conservatoire des populations, en particulier à Roque-Haute.

Références bibliographiques

Aboucaya *et al.*, 2002² ; Aizpuru *et al.*, 2000⁶ ; Amigo, 1987¹⁰ ; Anonyme, 1999¹² ; Baudière & Cauwet, 1968²³ ; Bertrand, 1991³² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Boulos, 1995⁴⁶ ; Braun-Blanquet *et al.*, 1952⁴⁹ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; CEN-LR, 2001⁶⁶ ; Colas *et al.*, 1996⁸³ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Convention de Berne, 1979⁸⁷ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Directive 92/43/CEE, 1992¹¹⁹ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Gaudillat & Haury, 2002¹⁵³ ; Greuter *et al.*, 1984-1989¹⁶⁰ ; Grillas & Tan Ham, 1998¹⁶² ; Ibars & Estrelles, 1997¹⁷⁹ ; Ibars *et al.*, 1999¹⁸⁰ ; Lewin, 2000²¹³ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Molina, 1998²⁵¹ ; Nègre, 1956²⁶⁴, 1961-1962²⁶⁵ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Prelli, 2001³⁰⁰ ; Quézel & Santa, 1963³⁰³ ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Rhazi, 2001³¹² ; Rhazi, 2004³¹⁵ ; Rivas Goday, 1970³¹⁹ ; Saez & Rossello, 2001³³¹ ; Tutin *et al.*, 1964-1980³⁸⁶ ; Vitalis *et al.* 2002³⁹⁵ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteur : Yavercovski N.

Collaborateurs : Garnéro S., C Houssard., M. Kleczewski, H. Michaud & F. Ruchon

Mentha cervina L.

ANGIOSPERMES
LAMIACEAE

Principaux synonymes

Preslia cervina (L.) Fresen.

Nom français : Menthe des cerfs

Noms espagnols : Menta de burro, Poleo de ciervo

Nom marocain : Fliyou

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{274, 292, 386}

- Plante vivace à rhizome très superficiel⁴², reconnaissable à son odeur mentholée très musquée, à son port dressé, ses feuilles très étroites (1 à 2,5 cm de long sur 1-4 mm de large) et opposées (à l'aisselle desquelles se développent des fascicules de feuilles plus petites nées sur de très courts rameaux), et surtout, à la découpe palmée caractéristique des bractéoles* entourant les verticilles de fleurs, qui évoquent les ramures d'un cerf, et auxquelles l'espèce doit son nom.
- Tiges dressées, creuses et coudées à la base (10 à 60 cm), de section carrée et faiblement ramifiées.
- Feuilles glabres, sessiles* mais atténuées* à la base, entières ou grossièrement dentées.
- Fleurs hermaphrodites, réunies en verticilles compacts, espacés sur la moitié supérieure de la tige. Calice, tubuleux et velu à la gorge, à quatre dents triangulaires terminées par une pointe fine. Corolle deux fois plus longue que le calice, à deux lèvres égales, roses ou blanches. Bractées florales identiques aux feuilles mais plus larges.

Espèces proches

Pendant et après la floraison, aucune confusion n'est possible : c'est la seule menthe dont les bractéoles sont profondément lobées et dont le calice possède quatre dents et non cinq, ce qui lui a d'ailleurs valu d'être rattachée un temps au genre *Preslia*. A l'état végétatif, les feuilles étroites et sessiles sont caractéristiques et la différencient bien de la Menthe pouillot (*Mentha pulegium*), fréquemment présente dans les mêmes milieux mais dont les feuilles sont arrondies et courtement pétiolées. Avant la floraison, les jeunes pousses n'ont pas encore leur odeur de menthe, et peuvent être confondues avec de jeunes pieds de Gratiolle (*Gratiola officinalis*).

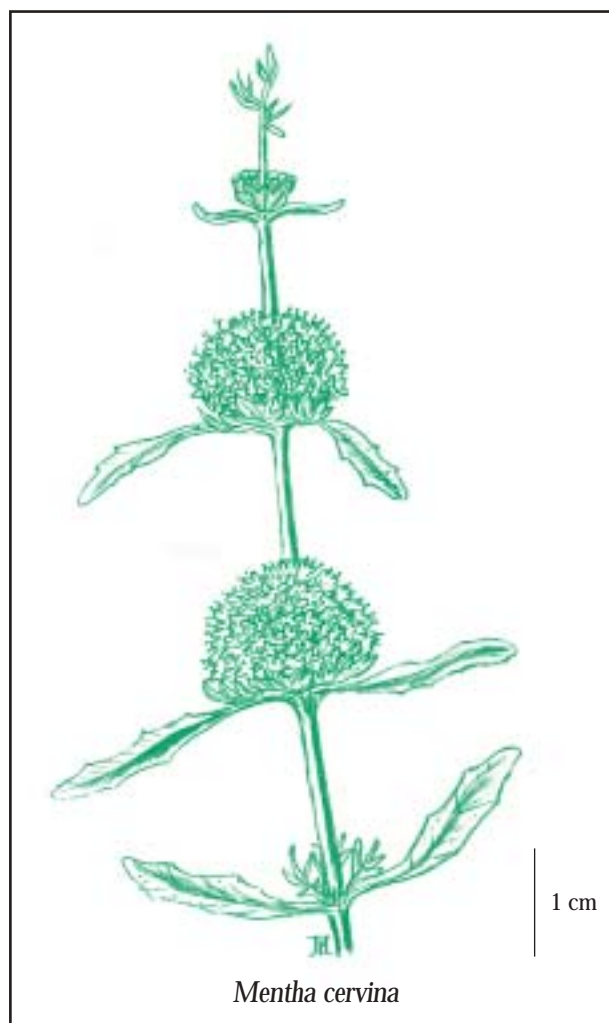
Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce ouest-méditerranéenne, connue dans six pays^{160, 386}.

France

Présente essentiellement en Languedoc-Roussillon²⁴⁶. En région PACA (Vaucluse et Bouches-du-Rhône), son existence n'était plus confirmée récemment³⁰⁶, mais elle a été retrouvée en 2003 à l'étang des Aulnes (Willm, com. pers.).



Autres pays méditerranéens

Espagne et Portugal : moitié ouest de la péninsule ibérique avec quelques localités dans la partie est et les Baléares (Medina, com. pers.).

Italie : autrefois connue des zones humides et des mares temporaires des Abruzzes, mais non revue récemment²⁹².

Algérie : mares temporaires des hauts plateaux algérois et oranais, région de Géryville³⁰³.

Maroc : dayas* et bordures de tourbières des régions du Rif (Rhazi L., com. pers.).

Habitat

Description générale

Espèce de l'étage thermo et méso-méditerranéen.

- En France, cette menthe occupe les parties longuement inondées des mares temporaires et des lavognes*, et nombre de cours d'eau temporaires des garrigues du Montpellierais (Molina, com. pers.). Elle existait autrefois dans les bras morts du Rhône (brèches et launes* des environs de Tarascon, Avignon, etc.), où les aménagements hydrauliques l'ont fait disparaître. Elle forme, avec les espèces souvent vivaces qui lui sont associées, des pelouses à hautes herbes, de quelques décimètres carrés à quelques mètres carrés.

- En Afrique du Nord (Maroc, Algérie), l'espèce croît à une altitude où la pluviométrie est suffisante (à partir de 1 000 m dans le

Les mares temporaires méditerranéennes

Rif marocain). Dans les mares temporaires de plaine, elle laisse place à la Menthe pouillot, moins exigeante en eau (Rhazi L., com. pers.).

Directive habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux

22.342 Grands gazons méditerranéens amphibies (*Preslion cervinae*) : végétation de grandes annuelles des terrains couverts par des eaux profondes pendant de longues périodes, avec *Mentha cervina*

Phytosociologie*

Classe : *Isoeto-Nanojuncetea*

Ordre : *Isoetalia*

Alliance : *Preslion cervinae*

Associations* :

- En France^{49, 215} :
 - *Preslietum cervinae* : association à *Mentha cervina* et *Eleocharis palustris*, décrite dans le Languedoc occidental.
 - *Preslio-Trigonelletum ornithopodioides* : association décrite en Costière Nimoise (Gard), d'où elle a disparu. Une formation voisine est peut-être présente en Crau⁹⁸.
- En Espagne³¹⁹ :
 - *Preslietum cervinae*
 - *Sisymbrello-Preslietum* : la Menthe des cerfs est accompagnée de *Sisymbrella aspera*, *Veronica anagalloides*, *Cyperus Badius*, *Marsilea strigosa*, *Eryngium galloides*, *Callitriche platycarpa*, etc.
 - *Preslio-Eryngietum corniculati* : la Menthe des cerfs y est présente avec *Eryngium corniculatus*, *Isoetes velata*, *I. setacea*, etc.

Espèces compagnes

France

A Roque-Haute, la Menthe croît au côté de *Marsilea strigosa* et *Isoetes setacea*, ou avec *Eleocharis palustris* dans les parties plus profondes des mares²⁵¹.

Dans les garrigues du Montpellierais et de l'Uzègeois, les espèces compagnes sont *Eleocharis palustris*, *Sisymbrella aspera*, *Juncus articulatus* et *Mentha pulegium*.

Maroc

Eleocharis palustris, *Callitriche truncata* et *Alisma plantago-aquatica* sont présents sur ses stations.

Ecologie

Caractères biologiques

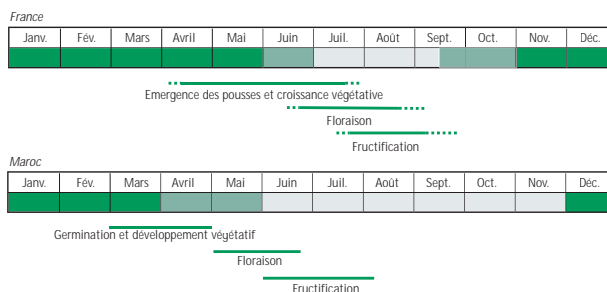
Type biologique

Espèce vivace à croissance végétative (boutures, rhizomes). Bien que considérée par plusieurs auteurs comme hémicryptophyte*, en France, cette espèce serait plutôt une géophyte* rhizomateuse, car elle est invisible avant le début du printemps, et les jeunes pousses apparaissent vers le mois d'avril.

Cycle biologique

En France, son développement végétatif est printanier et son cycle reproducteur estival. A Roque-Haute, elle fleurit de fin juin

à mi-août, fructifie de fin juillet à septembre et fane en octobre. Au Maroc, son développement est plus précoce, les pousses apparaissent en mars, la floraison commence en mai et la fructification en début d'été.



Conditions environnementales

Hydrologie

En France, l'habitat de cette espèce est caractérisé par une longue période d'inondation, de l'automne au printemps¹⁵³ (six à huit mois selon les années), une profondeur d'eau comprise entre 20 à 70 cm (ou 100 cm), avec un optimum autour de 40 cm (Rhazi M., com. pers.). La germination a lieu sous une faible lame d'eau (non turbide) ou sur un sol saturé en eau (Maroc).

Substrat

Substrats variés, oligotrophes²⁷⁴ ou méso-eutrophes⁹⁸, sur roche mère basaltique (Roque-Haute), calcaire (garrigues), marneuse (Minervo), granitique (Fenouillèdes) ou limoneuse (bords d'étangs).

Compétition interspécifique

Cette espèce héliophile* est sensible à l'ombrage. La profondeur d'eau limite l'envahissement par les ligneux, mais crée en revanche des conditions favorables à la colonisation par des héliophytes* fortement concurrentes (roseaux, scirpes, massettes, laïches)¹⁵³.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

- En France, deux sites majeurs par le nombre de populations : les garrigues du Montpellierais (Hérault), et les garrigues de l'Uzègeois et du Bagnolais (Gard). Puis deux autres sites moins importants : Fenouillèdes (Pyrénées-Orientales) et Roque-Haute (Hérault). Enfin, une dizaine de sites secondaires dans le Languedoc et la Crau, où la plante forme des populations apparemment isolées, et parfois très réduites (quelques pieds à l'étang de Pujaut, dans le Gard).
- En Italie, espèce considérée comme disparue²⁹².
- En Algérie, espèce très rare³⁰³.
- Au Maroc, moins de 5 localités¹³³. D'autres stations pourraient être découvertes en prospectant les régions montagneuses du Rif.
- En Espagne et au Portugal, l'espèce n'est pas considérée comme rare.

Etat de conservation**France**

Les populations de cette espèce semblent en régression importante sur l'ensemble de son aire, sauf dans l'Hérault et le Gard.

- Gard : l'espèce reste abondante dans l'Uzègeois-Bagnolais (plateaux de Méjannes-le-Clap, Lussan etc.), et se maintient dans la région de Quissac (mares de Vibrac). Elle subsiste encore dans les marais de Pujaut^{157, 246} et plus au nord dans une lavogne à l'extrémité est du Larzac mais elle a disparu de la Costière nîmoise (marais de Redessan, étang de Pazac et environs de Beauvoisin).
- Hérault : la station de Grammont a disparu^{208, 246}, mais les autres populations sont stables (mares et ruisseaux temporaires des garrigues du Montpelliérais, de la plaine du Bittérois, et du plateau de Roque-Haute, mare d'Assignan dans le Minervois).
- Pyrénées-Orientales : l'espèce a disparu de la mare de Saint-Estève (plaine alluviale de la Têt) et du littoral catalan²⁴⁶ mais persiste sur le plateau de Rodès.
- Bouches-du-Rhône et Vaucluse : A l'exception d'une (étang des Aulnes), toutes les stations de Crau humide (marais du Vigueirat, marais de l'Audience, marais de Raphèle) et de Crau sèche (étang du Luquier) semblent disparues²⁴⁶ de même que les stations des berges sableuses du Rhône^{157, 158, 254, 255, 311}.

Autres pays méditerranéens

- En Italie, les populations des Abruzzes sont considérées comme disparues²⁹².
- En Espagne et au Portugal, l'espèce pourrait être en régression du fait de la destruction de son habitat (Medina, com. pers.).
- Au Maroc, les populations paraissent stables.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste régionale PACA : arrêté du 9/05/1994, J.O. du 26/07/1994
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - Maroc : "très rare" (RR) ^{133, 181}

Problèmes de conservation/Menaces**Facteurs anthropiques**

En France, la destruction de l'habitat est responsable de la disparition de plusieurs populations importantes :

- Remembrement, drainage puis mise en culture (vignoble de la Costière nîmoise).
- Mise en eau permanente (mares de Grammont et de Saint-Estève).
- Aménagements hydrauliques (berges du Rhône).
- Comblement, ombrage (arrêt du pâturage et absence d'entretien des lavognes des garrigues).
- Aménagement cynégétique de lavognes (imperméabilisation du fond de la mare par une couche de béton).
- Extraction de matériaux : la station du plateau de Rodès est actuellement menacée par la création d'une carrière de granite²⁴⁶.

Facteurs naturels

L'ombrage lié à l'envahissement par les ligneux, conséquence de l'abandon du pâturage dans certains sites (France), est sans doute défavorable à cette espèce.

Risques liés aux populations

En Afrique du Nord et en France, à l'exception peut-être des garrigues du Montpelliérais et de l'Uzègeois, et du plateau de Roque-Haute, un risque d'extinction des populations existe à moyen ou long terme, en raison de leur petit nombre, de leur éloignement réciproque et de leurs effectifs réduits.

Mesures de gestion et de conservation**Mesures actuelles²⁷⁴**

Plusieurs stations bénéficient d'un statut de protection :

- Le Site classé de la Gardiole (commune de Gigean dans l'Hérault).
- La Réserve Naturelle de Roque-Haute.
- L'étang des Aulnes, propriété du Département des Bouches-du-Rhône au titre des Espaces Naturels Sensibles*.

Recommandations

- Maintenir un fonctionnement hydrologique favorable.
- Maintenir la végétation ouverte par la coupe ou le pâturage.
- Protéger l'habitat des stations résiduelles (plateau de Rodès dans les Pyrénées-Orientales, étang de Pujaut, mares de Quissac, etc, dans le Gard).
- Sensibiliser les acteurs ruraux sur l'intérêt et la richesse des nombreuses lavognes des zones de garrigue afin qu'elles soient entretenues et éviter que leur fond ne soit bétonné.
- Accentuer les prospections dans les secteurs où seulement quelques populations sont connues (Minervois, Piémont cévenol : Quissac, Alès, etc.).
- Promouvoir les inventaires et les suivis de ces populations (dynamique), rendues vulnérables par la fragilité de leur habitat.

Références bibliographiques

Aizpuru *et al.*, 2000⁶ ; Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Bonnier, 1990⁴² ; Braun-Blanquet *et al.*, 1952⁴⁹ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Convention de Berne, 1979⁸⁷ ; Le Dantec *et al.*, 1998²⁰⁸ ; Directive 92/43/CEE, 1992¹¹⁹ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Gaudillat & Haury, 2002¹⁵³ ; Girerd, 1990¹⁵⁷ ; Goujard, 1997¹⁵⁸ ; Greuter *et al.*, 1984-1989¹⁶⁰ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Molina, 1998²⁵¹ ; Molinier & Tallon, 1950²⁵⁴, 1950-1951²⁵⁵ ; Molinier, 1981²⁵⁷ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Quézel & Santa, 1962-1963³⁰³ ; Quézel *et al.*, 1979³⁰⁸ ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Reynier, 1883³¹¹ ; Rivas Goday, 1970³¹⁹ ; Tutin *et al.*, 1964-1993³⁸⁶ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteurs : Michaud H. & N. Yavercovski

Collaborateurs : Rhazi L., M. Rhazi, F. Ruchon F. & H. Souheil

Myriophyllum alterniflorum DC.

DICOTYLÉDONES
HALORAGACEAE

Principaux synonymes

M. verticillatum L. subsp. *alterniflorum* (D. C.) Bonnier & Layens

Nom français : Myriophylle à fleurs alternes

Nom espagnol : Ovas de rio

Nom italien : Millefoglio d'acqua gracile

Noms anglais : Alternate-flowered Water Milfoil, Slender Water Milfoil

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Plante aquatique, herbacée, grêle (10-50 cm), enracinée, glabre, rameuse.
- Feuilles vertes de 6 à 30 mm de long, parfois rougeâtres, découpées en lanières fines. Feuilles immergées verticillées, feuilles aériennes situées sur les rameaux fertiles et presque toutes alternes.
- Bractées des fleurs supérieures entières ou dentées, plus courtes que les fleurs.
- Fleurs jaunâtres, réunies en épi, généralement à quatre pétales. Calice possédant un tube court à quatre lobes caducs. Fleurs peu nombreuses, unisexuées, alternes, en épi très grêle, court, d'abord penché, constitué de trois à quatre fleurs femelles en verticille à la base et de cinq à huit fleurs mâles en épi au sommet (à huit étamines).
- Ovaire infère à quatre carpelles, chacun contenant quatre loges uniovulées. Fruit en forme de tétragone, finement tuberculé.

Espèces proches

- *Myriophyllum spicatum* : a des fleurs roses, nombreuses, toutes verticillées, réunies en un épi florifère robuste et toujours dressé^{62,65}.
- *M. verticillatum* a les bractées des fleurs supérieures toutes découpées en lanières et plus longues que les fleurs. L'épi est très allongé, terminé par des feuilles, les fleurs sont roses.

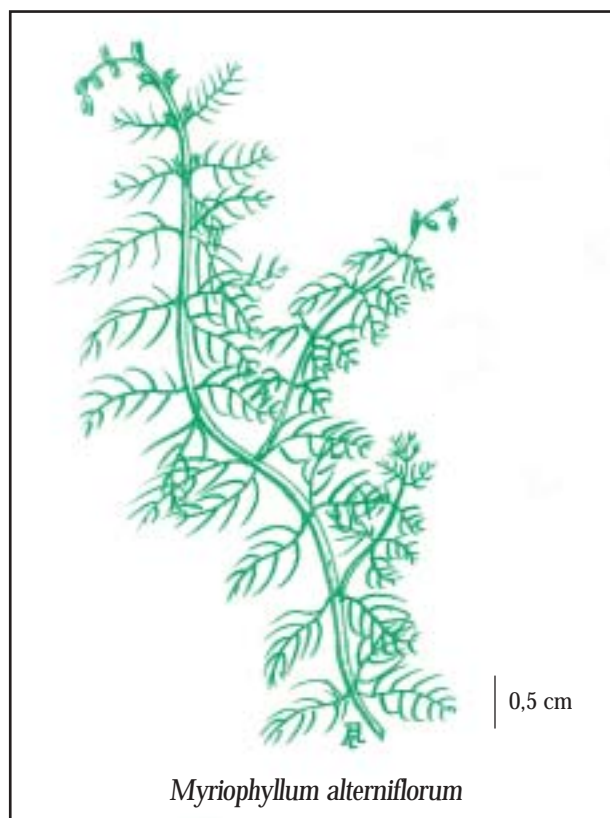
Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Vaste répartition : Europe, Afrique du Nord, Amérique du Nord. Pays méditerranéens^{64, 86, 386} : France, Espagne et Portugal (dispersé dans toute la péninsule), Italie (Lombardie, Lazio, Sila, Sicile et Sardaigne), Tunisie, Algérie et Maroc.

France

- Sur le continent, l'espèce est absente de la région méditerranéenne, et présente ailleurs dans les ruisseaux et les étangs à sol siliceux.
- En Corse, elle se rencontre dans sept mares temporaires au sud-est de l'île : quatre mares dans la Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone et trois mares, d'origine artificielle, sur le plateau de Frasselli.



Habitat

Description générale

Au Maroc et en Corse, cette espèce se rencontre uniquement dans les mares temporaires. Au Maroc, elle est présente dans les mares de plaines (région de Benslimane) et de montagne dans la région du Rif (Outka et Issaguène), sur terrains siliceux (grès, quartzite) et sous un bioclimat* semi-aride, subhumide ou humide. Ces mares sont mises en eau par les eaux de pluie généralement en décembre-janvier et s'assèchent en avril-mai.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

Cette espèce participe à la phase aquatique des mares temporaires oligotrophes* :

22.34. Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

Phytosociologie*

Au Maroc, l'espèce est caractéristique d'un groupement à *Myriophyllum alterniflorum* et *Ranunculus peltatus*. Les espèces associées à ce groupement sont *Callitriche brutia*, *Glyceria fluitans*, *Chara vulgaris*, *Nitella opaca* et *Illecebrum verticillatum*.

Dans les mares de Corse (mares à *Isoetes velata*), les espèces associées sont *Ranunculus peltatus*, *Illecebrum verticillatum* et *Apium crassipes*, ainsi que *Potamogeton pectinatus* sur les mares de Frasselli (ce qui traduit une légère eutrophisation liée à la présence de bétail).

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèce vivace dans les eaux permanentes (hydrophyte*) mais avec un cycle annuel (thérophyte*) dans les mares temporaires méditerranéennes.

Reproduction

Pollinisation aérienne. Floraison en mars-avril.

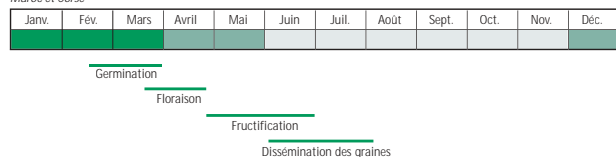
Description des semences

Graines : quatre par fruit, petites (longueur : 1,5 mm ; largeur : 1mm à 1,25 mm).

Cycle biologique

Il commence sous l'eau et se termine souvent hors de l'eau. Au Maroc et en Corse, la germination a lieu en février-mars, quand la mare est en eau, et la floraison en mars-avril. La fructification, qui commence déjà en phase aquatique, a lieu en mai-juin, mais la maturation des fruits et des graines et leur dissémination à quelques centimètres de la plante mère a lieu en juin-juillet après assèchement de la mare. Parallèlement à cette reproduction sexuée, la plante montre une multiplication végétative* pendant la phase aquatique, par fragmentation et bouturage.

Maroc et Corse



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des graines nécessite l'inondation ou au moins un sol saturé en eau. La plante est adaptée aux conditions submergées (feuilles découpées, etc.) et supporte bien des niveaux d'eau élevés si la lumière est suffisante : la tolérance à la profondeur augmente avec la transparence de l'eau (par exemple 50 cm dans les mares de Benslimane au Maroc ou de Padule Maggiore en Corse). La plante forme ses fleurs sous l'eau mais elles sont dressées au dessus de la surface de l'eau pour l'ouverture et la pollinisation (anémophilie). L'eau d'inondation est oligotrophe* à mésotrophe*.

Substrat

Acide à neutre.

Compétition interspécifique

M. alterniflorum est abondante dans le centre des mares, où se développent des espèces aquatiques herbacées comme *Ranunculus peltatus*, *Callitriche brutia*, etc. mais elle devient peu abondante voir même absente dans les zones à héliophytes* (*Scirpus maritimus*, *Eleocharis palustris*), suite à l'exclusion compétitive.

Impact des perturbations

Favorable lorsqu'elles facilitent l'ouverture du milieu.

Lumière

L'espèce est héliophile*, ce qui expliquerait son absence dans les mares turbides de la suberaie* de Mamora au Maroc et dans les mares profondes (à tranche d'eau importante).

Conservation - Gestion

Estimation des populations

- Au Maroc, *Myriophyllum alterniflorum* a été trouvé dans 14 mares^{133, 230} dans les plaines atlantiques (Benslimane) et la région montagneuse du Rif.
- En Algérie, l'espèce est considérée comme rare : les sites à *M. alterniflorum* sont peu nombreux et se localisent dans deux secteurs uniquement, le secteur Algérois (sous secteur littoral) et le secteur Kabyle (grande et petite Kabylie et Numidie)^{303, 338}.
- En France méditerranéenne, les mares à *M. alterniflorum* sont au nombre de sept, dont trois artificielles, et exclusivement en Corse.
- Sur la péninsule ibérique et les Baléares, l'espèce est largement répartie (40 provinces en Espagne, cinq au Portugal).

Etat de conservation

Au Maroc, en Espagne et en Corse, les populations de *M. alterniflorum* paraissent stables.

En Italie, les stations de Toscane ont disparu⁸⁶.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	- Maroc ^{133, 181, 381} ; "très rare" (RR) - Italie, livre national : "vulnérable" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Le comblement, l'urbanisation, la mise en culture et la modification de l'hydrologie des mares (drainage) constituent les plus grandes menaces pour ce taxon*. Au Maroc, le risque d'extinction des populations dans certaines stations est important, en raison de la croissance urbaine et du comblement des mares.

Facteurs naturels

Au Maroc la fréquence des années sèches limite l'apparition de cette espèce³¹³ et diminue les chances de renouvellement du stock semencier*, ce qui pourrait poser des problèmes à long terme. En Corse, la fermeture du milieu (envahissement par les ligneux ou par les héliophytes) est une menace potentielle pour l'espèce en cas d'abandon du pâturage.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En Corse, les populations des mares des Tre Padule de Suartone bénéficient du statut réglementaire du site (Réserve Naturelle). En Italie, les stations siciliennes sont incluses dans le périmètre d'un Parc Régional⁸⁶.

Recommandations

- Conserver le bon fonctionnement hydrologique des sites, en évitant le drainage et le comblement.
- Maîtriser l'urbanisation.
- Maintenir un milieu ouvert en contrôlant la dynamique de la végétation (ligneux et héliophytes), et en maintenant ou en introduisant le pâturage.
- Promouvoir des mesures légales de préservation des stations non protégées.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fournier, 1961¹³⁹ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Lorenzoni, 1997²²⁵ ; Lorenzoni & Paradis, 2000²²¹ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Marchetti, 1997²³⁵ ; Nègre, 1961-1962²⁶⁵ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Quézel & Santa, 1962-1963³⁰³ ; Rhazi *et al.*, 2001³¹³ ; Rhazi, 2001³¹² ; Samraoui & de Belair, 1998³³⁸ ; Titolet & Rhazi, 1999³⁸¹ ; Tutin *et al.*, 1964-1980³⁸⁶.

Auteur : Rhazi L.

Collaborateurs : Paradis G. & M. L. Pozzo di Borgo

Nitella opaca (Bruzellius) Agardh

CHAROPHYCÉES
CHARACEAE

Principaux synonymes

Chara opaca Bruzellius 1824

N. flexilis var. *flexilis* f. *opacoides* R.D. Wood 1962

Nom français : aucun

Nom anglais : Dark stonewort

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{90, 164, 200, 358}

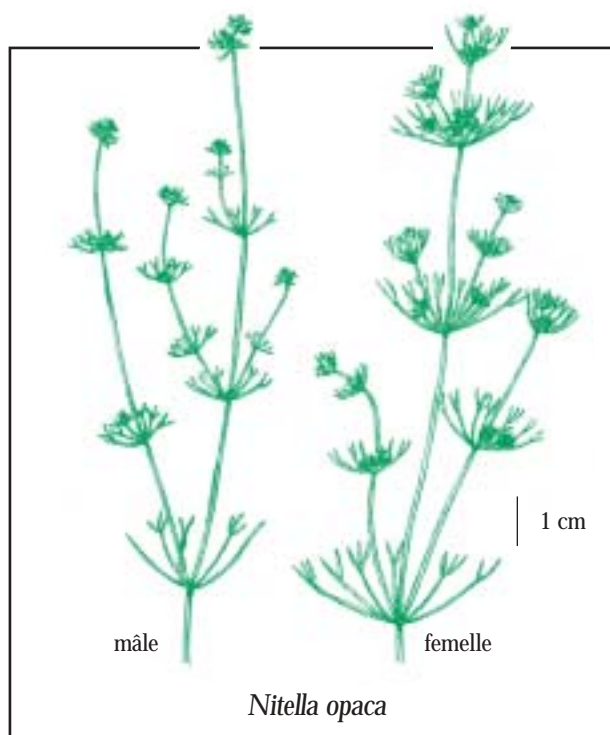
- Plante de couleur vert-foncé, de petite taille (10-30 cm), vivant entièrement submergée. Thalle à structure verticillée, entièrement sans cortication.
- Verticilles composés de 6-8 rayons primaires (phylloïdes), eux-mêmes divisés une seule fois pour former 2-3 rayons secondaires (dactyles). Dactyles toujours unicellulaires et à terminaison obtuse. Gamétanges* situés dans les fourches des rayons primaires.
- Espèce dioïque, très fertile et présentant un dimorphisme sexuel très prononcé.
- Plantes mâles caractérisées par des capitules fertiles denses avec des dactyles courts ; anthéridies* solitaires et de grande taille (diamètre 650-775 µm).
- Plantes femelles à rayons primaires et secondaires plus longs, ce qui leur donne un aspect plus aéré ; nœuds fertiles portant jusqu'à trois, le plus souvent deux oogones* ayant 600-700 µm de haut sur 500-600 µm de large. Oogone surmontée par une coronule* composée de deux fois cinq minuscules cellules. Oospores latéralement comprimées, de couleur très foncée, brun-noire, à 6-7 crêtes spiralées, mesurant environ 350-500 µm de haut sur 350-400 µm de large. A l'état frais, oospores présentant des prolongations "aillées" des crêtes spiralées typiques.
- Incrustations de calcite formant des anneaux plus ou moins régulièrement espacés le long de l'axe et des rayons primaires. Ce phénomène, connu sous le nom de "banded phenomenon of the Characeae"³¹⁰, peut être attribué à l'effet d'une forte luminosité³⁵⁶.

Espèces proches

Deux autres espèces dioïques peuvent ressembler à *Nitella opaca* :

- *N. syncarpa* (Thuillier) Chevalier, mais cette espèce montre un développement estival ou automnal, et non vernal.
- *N. capillaris* (Krokeil) Groves et Bullock-Webster, qui a également un développement vernal mais se distingue par la présence d'un mucus gélatineux autour des gamétanges mâles et femelles⁹⁰, et par ses oospores qui portent une ornementation en papilles^{131, 357}.

N. opaca est, avec *N. tenuissima*, le seul représentant de ce genre reconnu jusqu'ici dans le Languedoc-Roussillon et le sud-est de la France. Il se distingue aisément de *N. tenuissima* qui possède des rameaux primaires deux à quatre fois fourchus (dichotomisation multiple).



D'après Groves & Bullock-Webster¹⁶⁴

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

Nitella opaca est essentiellement présente dans le centre et l'ouest de la France (secteurs Aquitaine et Bretagne)⁹⁰. Les nombreuses localités inventoriées par Corillion⁹⁰ sont toutes antérieures à 1957 et dataient même du début du XX^e siècle. Une seule mention ancienne citant *N. opaca* concerne le Midi près de Hyères dans le Var (coll. Boulu 1851, déterminée et citée ensuite par Hy¹⁷⁸). Actuellement, on ne connaît que cinq stations : mare de Lanau (Bouches-du-Rhône), lac de Bonne Cogne et lac Redon (Var)³⁵⁸, quelques mares du plateau de Roque-Haute (Hérault) et une mare de la Tour du Valat en Camargue (Grillas, com. pers.). Elle a disparu du site du Moulin du Rouet (Hérault) où elle avait été inventoriée par W. Krause.

Autres pays méditerranéens

Rare en Espagne²⁰⁰ et au Portugal⁹⁰ ; inconnu en Italie et en Grèce. Algérie : trois localités antérieures à 1950¹³².

Maroc : cinq localités en 1974¹⁶⁵ et dans les années 1985-1990¹³⁰.

Tunisie : l'espèce a été identifiée dans des sédiments holocènes d'une localité d'eau douce près de la côte méditerranéenne¹³¹.

Habitat

En région méditerranéenne, l'espèce a été identifiée uniquement dans des habitats d'eau douce de type temporaire, caractérisés par une mise en eau à la fin de l'automne et un assec en mai/juin. Ce type d'habitat semble constant aussi bien dans le sud de la France³⁵⁸ que pour les localités d'Afrique du Nord.

Directive habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

Les mares temporaires méditerranéennes

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.342 Grands gazons méditerranéens amphibies (*Preslion cervinae*)

Phytosociologie*

N. opaca participe à la phase aquatique des groupements du *Preslion* et de l'*Isoetion* (*Isoetalia*).

Cette espèce est également caractéristique de l'association* *Nitellum opacae*, souvent en populations monospécifiques⁹⁰ ou associée à *Sphaerochara* (observation personnelle).

Espèces compagnes

A la mare de Lanau en Crau (Bouches-du-Rhône), *N. opaca* est associée à *Sphaerochara intricata*³⁵⁵. Ces deux espèces précèdent les autres hydrophytes* et se décomposent lors de l'émergence des communautés d'amphibies annuelles à *Damasonium poly-spermum*, *Lythrum tribracteatum*, *Mentha pulegium*, etc.

Au lac Redon (Var), *N. opaca* est accompagnée de *Sphaerochara prolifera*. Le développement de cette espèce est également précoce et précède celui de *Ranunculus ophioglossifolius*, *Baldellia ranunculoides* et *Butomus umbellatus*.

A Roque-Haute, elle côtoie *Isoetes setacea*, *M. cervina* et *Callitriche brutia* dans quelques mares profondes.

Dans les mares du Maroc, *N. opaca* est associée à *Myriophyllum alterniflorum*, *Callitriche brutia*, *Glyceria fluitans*, *Chara vulgaris* et *Illecebrum verticillatum*³¹².

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Nitella opaca est une espèce annuelle.

Cycle biologique

C'est une espèce vernale, qui se développe tant que les eaux sont froides. Elle est très précoce dans des milieux à faible profondeur, alors que dans l'ouest de la France (Bretagne) et en Europe du Nord, elle est trouvée jusqu'en été dans des lacs permanents et même jusqu'à 40 m de profondeur en Suède^{90, 200}. En région méditerranéenne, elle est présente dès le mois de février et fructifie abondamment de fin mars à mai. Les plantes se décomposent ensuite entièrement.

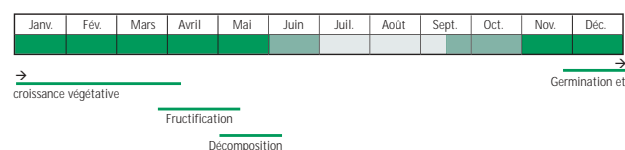


Figure établie sur la base d'observations mensuelles sur les lacs temporaires de Bonne Cougne et Redon en 2001³⁵⁸.

Conditions environnementales^{90, 200}

Hydrologie

N. opaca est une espèce des eaux douces à pH* proche du neutre (6,5-7,5). Elle peut se trouver aussi bien en milieu temporaire que permanent et s'adapte aussi à de faibles courants. La durée de submersion minimum nécessaire pour parfaire un cycle biologique complet peut être estimée à 5-6 mois.

Substrat

Indifférente au substrat.

Compétition interspécifique

Du fait de sa précocité, *N. opaca* est peu soumis à la compétition par les autres hydrophytes.

Impact des perturbations

Grâce à sa grande fertilité, l'espèce est peu sensible aux perturbations "mécaniques" et semble même favorisée par le piétinement des bovins (mare de Lanau) et des sangliers (trou central du lac de Bonne Cougne) qui réduisent les végétaux terrestres.

Température

Germination en eau froide; fructification entre 12 et 18 °C ; *N. opaca* se décompose lorsque la température de l'eau dépasse les 20 °C (observation personnelle).

Lumière

Peu exigeante en lumière, cependant la reproduction sexuée est réduite dans les lacs profonds⁹⁰.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

France

La distribution se concentre sur le centre et l'ouest de la France où elle paraît néanmoins en déclin. Une estimation du nombre de sites dans ces régions n'est actuellement pas possible. Cinq localités sont connues dans les régions méditerranéennes françaises.

Etat de conservation

France

Globalement en régression : sur 32 localités recensées dans l'ouest de la France (principalement en Bretagne⁹¹), plus de la moitié dataient du début du XX^e siècle.

Autres pays d'Europe

Inégalement répartie en Europe du Nord ; considérée comme assez fréquente, mais néanmoins vulnérable, en Espagne⁷⁹, alors que Krause²⁰⁰ mentionne de rares sites dans le centre de l'Espagne. L'espèce est citée récemment dans les pays des Balkans⁴⁰.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Il n'existe actuellement, en France et dans les pays méditerranéens, aucune protection réglementaire des Characées, ni inscription sur une liste rouge d'espèces menacées.

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

En France :

- Le fonctionnement hydrologique et la qualité de l'eau du lac de Bonne Cougne (Var), partiellement alimenté par une nappe aquifère sont fortement menacés par un projet de golf.
- A Roque-Haute, l'absence de maîtrise foncière et d'usage (interdiction d'accès au site par les propriétaires) compromet la surveillance et la gestion des populations de *Nitella opaca*.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

A Roque-Haute, l'espèce bénéficie du classement du site en Réserve Naturelle. Les mares ont fait l'objet d'un suivi de 1997 à 2001. Cependant, depuis 2002, le gestionnaire de la Réserve Naturelle est empêché par les propriétaires du terrain d'exercer sa mission de surveillance et de gestion.

La mare de Lanau a été acquise par le CEEP et fait l'objet d'un suivi régulier. Elle est incluse maintenant dans un périmètre Natura 2000*, de même que les lacs temporaires de Bonne Cougne et de Redon.

Recommandations

Il est essentiel de maintenir un fonctionnement hydrologique temporaire avec une mise en eau à la période froide. En particulier, en région méditerranéenne, il faudra veiller au maintien de la dynamique naturelle de mise en eau/assèchement, qui favorise la reproduction sexuée et, de ce fait, rend possible une dissémination vers de nouvelles mares.

Les populations de *N. opaca* sont vulnérables en raison de la fragilité de leur habitat et il est donc important qu'elles fassent l'objet d'inventaires et de suivis de la dynamique des populations.

Références bibliographiques

Blazencic & Blazencic, 2003⁴⁰ ; Cirujano *et al.*, 1992⁷⁹ ; Corillion, 1957⁹⁰, 1975⁹¹ ; El Khiati *et al.*, 2002¹³¹ ; El Khiati, 1995¹³⁰ ; Feldmann, 1946¹³² ; Groves & Bullock-Webster, 1920¹⁶⁴ ; Guerlesquin, 1978¹⁶⁵ ; Hy, 1913¹⁷⁸ ; Krause, 1997²⁰⁰ ; Raven *et al.*, 1986³¹⁰ ; Rhazi, 2001³¹² ; Soulié-Marsche & Thiéry, 1998³⁵⁵ ; Soulié-Marsche & Vautier, 2004³⁵⁶ ; Soulié-Marsche, 1989³⁵⁷ ; Soulié-Marsche, 2003³⁵⁸ ; Wood, 1962⁴⁰³.

Auteur : Soulié-Marsche I.

Ophioglossum azoricum C. Presl (1) & *Ophioglossum lusitanicum* L. (2)

POLYPODIOPHYTES³⁰⁰

OPHIOGLOSSACEAE

Principaux synonymes

(1) *O. ambiguum* Cosson & Germ.

O. polyphyllum auct. non A. Braun

(2) *O. vulgatum* L. subsp. *lusitanicum* (L.) Bonnier & Layens

Noms français : (1) Ophioglosse des Açores, (2) Ophioglosse du Portugal

Noms italiens : (1) Ophioglossa delle Azzorre, (2) Ophioglossa lusitanico

Noms portugais : (1) Língua de cobra, (2) Língua-de-cobra, Língua-de-cobra-menor

Noms anglais : (1) Small adder's tongue, (2) Least adder's tongue

Description/Critères d'identification^{96, 299}

- Plantes vivaces délicates et discrètes, de 5 à 10 cm (1), et 2 à 5 cm (2), présentes sous forme de petits peuplements assez localisés.

- Deux types de frondes ("feuilles") bien distinctes, comme chez tous les ophioglosses : les unes stériles, à limbe élargi, ovale ou lancéolé, parfois couchées mais le plus souvent dressées et recourbées en gouttière ; les autres fertiles, réduites à un épi fructifère muni d'un pédoncule et portant les sporanges empilés les uns sur les autres en deux rangées symétriques (à l'origine du nom d'"ophioglosse", issu du grec "langue" *glōssa* et "serpent" *ophis*).

- Frondes des deux types séparées dès le niveau du sol (les frondes stériles engainant généralement les fertiles), de couleur vert clair ou vert jaune, et jaunissant complètement avant flétrissement, après la sporulation (production des spores).

- Fronde stérile généralement unique par plante, mais pouvant pousser par paire chez *O. azoricum*, et également plus large chez cette espèce.

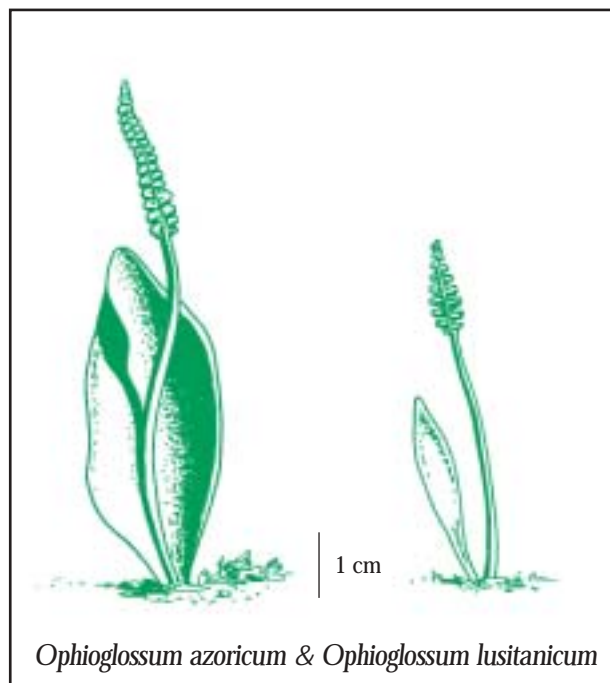
- Epis (ou frondes fertiles) n'apparaissant pas systématiquement sur chaque pied.

Espèces proches

La confusion est facile entre les trois espèces d'ophioglosses, *Ophioglossum azoricum*, *O. lusitanicum* et *O. vulgatum*.

O. vulgatum est la plus grande (15 à 30 cm) et la plus répandue. Bien que présente en plaine des Maures à proximité de mares temporaires, elle fréquente généralement des milieux plus eutrophes*, sous-bois ou prairies humides.

O. azoricum et *O. lusitanicum* sont plus proches en taille et partagent des milieux comparables au premier abord, mais distincts en terme d'hydrologie. Le critère de distinction le plus facile reste la période de développement : automne-hiver pour *O. lusitanicum*, printemps pour *O. azoricum*. En début de printemps les deux espèces peuvent être présentes en même temps mais leurs stades de développement (couleur, sporulation) sont nettement décalés. Enfin, notons que le nombre de chromosomes diffère entre les trois espèces : *O. lusitanicum* est diploïde* (2n = 240 chromosomes), *O. vulgatum* est tétraploïde (2n = 480) et *O. azoricum* hexaploïde* (2n = 720) laissant supposer que cette dernière espèce serait issue d'un croisement entre les deux autres.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

(1) *Ophioglossum azoricum*

Espèce ouest-européenne présente en France et autour de la Méditerranée en Espagne, au Portugal, en Sardaigne et en Italie¹⁶⁰. Elle est aussi localisée en Slovaquie et dans la République tchèque, aux Canaries et à Madère (Açores)³⁰⁰.

France

- Façade atlantique.
- Région méditerranéenne : *O. azoricum* est présent dans la plaine des Maures et l'Estérel (Var), dans les garrigues de l'Hérault, les Cévennes du Gard et de la Lozère et dans les Fenouillèdes (Pyrénées-Orientales). En Corse, cette espèce n'est connue que de rares pozzines* du massif du Tenda et du plateau du Coscione¹⁴².

(2) *Ophioglossum lusitanicum*

Espèce méditerranéenne subatlantique présente tout autour du Bassin méditerranéen ainsi qu'aux Canaries, à Madère et en Angleterre.

France

- Façade atlantique (Béarn, Massif armoricain et ses îles).
- Région méditerranéenne : présent dans les Maures et l'Estérel, le massif de Biot et les Albères. Anciennement indiqué dans les marais de Coustière en Crau. Assez commun en Corse à basse altitude¹⁴¹.

Autres pays méditerranéens

- Europe : Portugal, Espagne, Italie, ex-Yougoslavie, Grèce, Crète et Croatie.

- Afrique du Nord : Algérie (dans le Tell constantinois), Tunisie et Maroc (Moyen Atlas, chaîne du Rif, plaines atlantiques nord et moyennes).
- Turquie, Liban.

Habitat

Description générale

(1) *Ophioglossum azoricum*

Les habitats favorables à cette espèce sont très humides en hiver et au printemps mais rarement inondés de manière durable. Il s'agit généralement de dépressions, lits ou bordures de petits ruisseaux et de suintements printaniers de coteaux bien exposés sur sols superficiels (Cévennes et Avants-Monts dans le Languedoc).

Son habitat, en région méditerranéenne, correspond à des pelouses rases, ouvertes ou en mosaïque avec la végétation arbustive du maquis, sur sol mince et plutôt acide. Les milieux rencontrés dans le secteur atlantique sont des pelouses littorales, cuvettes d'arrière-dunes, platières gréseuses ou autres types de replats rocheux. Sur le continent les stations ne dépassent pas 700 m d'altitude mais, en Corse, on le trouve jusqu'à 1 500 m dans des cuvettes tourbeuses (pozzines*), restant humides en été. Le substrat est peu épais, sablonneux et souvent acide.

(2) *Ophioglossum lusitanicum*

Les milieux sont comparables à ceux de l'espèce précédente (pelouses rases temporairement humides) : replats rocheux des coteaux littoraux, bords de mares et ruisseaux temporaires, dépressions humides du maquis et petites cuvettes dans les affleurements rocheux. Toutefois, l'espèce se mélange rarement à la précédente : elle semble rechercher des stations à substrats encore moins épais, et paraît moins exigeante pour son alimentation en eau. Elle est nettement plus thermophile et ne s'éloigne guère de la zone littorale de basse altitude.

Au Maroc, *O. lusitanicum* se rencontre essentiellement dans les pâturages sablonneux ou pierreux des plaines et des basses montagnes sous bioclimat* méditerranéen semi-aride doux et subhumide. En Algérie, sa présence est limitée aux terrains sablonneux.

(1) et (2) : *Ophioglossum lusitanicum* profite des suintements issus des pluies automnales, en moyenne plus importantes que les pluies de printemps, tandis que l'effet cumulatif de l'alimentation en eau dans les dépressions semble plus adapté aux exigences de *O. azoricum*. Sur un profil type à travers une mare temporaire de France continentale (Maures), *O. lusitanicum* serait donc situé plus haut que *O. azoricum*. En Corse, les deux espèces ont des distributions très différentes : *O. lusitanicum* est localisé à basse altitude, alors qu'*O. azoricum* n'est présent que dans quelques pozzines d'altitude.

Directive Habitat

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

Phytosociologie*

Régions méditerranéennes

• Dans une synthèse au niveau européen, Brullo & Minissale⁵⁴ incluent *Ophioglossum lusitanicum* parmi les espèces caractéristiques de l'alliance *Cicendio-Solenopsis laurentiae* (au sein de l'ordre des *Isoetalia*, classe des *Isoeto-Nanojuncetea*). En Espagne Rivas Goday²¹⁹ a décrit une association* *Ophioglossa-Cicendietum filiformis*.

• En Provence cristalline, Loisel²¹⁵ décrit *O. lusitanicum* comme caractéristique de l'association *Isoeto-Nasturtietum*.

• En Languedoc, dans les Avants-Monts, *O. azoricum* est indiqué comme participant à une variante hygrophile* d'un *Scillo-Ranunculetum paludosii*⁹⁸. Dans les Cévennes, *O. azoricum* participe à des groupements de l'*Isoetion* à *Isoetes duriei* qui n'ont pas été décrits^{44, 195}.

• En Roussillon, *O. azoricum* est associé à divers groupements de l'*Isoetion* non décrits²¹². *O. lusitanicum* est associé aux suintements temporaires à *I. duriei*²⁷².

Autres régions

• Dans l'ouest de la France, *O. azoricum* participe à un *Ophioglossa azorici-Agrostietum caninae* nord-atlantique ou à un *Ophioglossa azorici-Isoetum histicis* thermo-atlantique continental tandis qu'*O. lusitanicum* est une des caractéristiques d'un *Ophioglossa lusitanici-Isoetum histicis* thermo-atlantique littoral⁹⁸. Dans les Cahiers d'habitats Natura 2000*, ce dernier groupement est divisé en deux : *Romuleo columnae-Isoetum histicis* et un *Chamaemelo nobilis-Isoetum histicis*¹⁵³.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Espèces vivaces persistant l'été par un rhizome (géophyte* à rhizome).

Stratégie adaptative¹⁶³

Tolérant au stress (de sécheresse estivale).

Reproduction

Production des spores aérienne, fusion des gamètes en conditions humides.

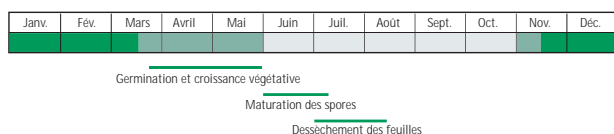
Cycle biologique

Développement des frondes avec la mise en eau (pluies d'automne ou de printemps selon l'espèce), maturation des spores en hiver pour *Ophioglossum lusitanicum* et en fin de printemps/début d'été pour *O. azoricum*, mort des feuilles après la sporulation, qui coïncide avec l'assèchement estival pour *O. azoricum*. La phénologie* dépend des régions. En région méditerranéenne, les cycles peuvent être décalés d'une année à l'autre selon la météorologie. Au Maroc, le cycle biologique de *O. lusitanicum* débute également en automne (novembre). Il se termine au printemps (mai) avec le dessèchement des feuilles.

Les mares temporaires méditerranéennes

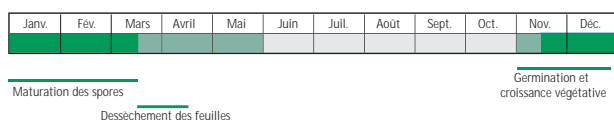
Ophioglossum azoricum

France



Ophioglossum lusitanicum

France



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des spores nécessite un sol très humide, alimenté régulièrement pendant cette phase par une eau oligotrophe*. Ces plantes supportent des inondations ponctuelles.

Substrat

Acide, peu épais.

Compétition interspécifique

Espèces héliophiles*, qui ne supportent pas le recouvrement des espèces plus grandes.

Impact des perturbations

Généralement favorable, mais le surpâturage constitue une menace à moyen terme dans les stations marocaines.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

France

- Sur le continent, les deux espèces semblent très localisées ; le nombre de stations n'est pas précisément connu.
- En Corse, *Ophioglossum lusitanicum* est assez fréquent sur le littoral, *O. azoricum* y est localisé.

Maroc

Une dizaine de stations* à *O. lusitanicum* ont été recensées, et ce nombre pourrait augmenter avec une exploration plus systématique des régions difficiles d'accès du Moyen Atlas et du Rif.

Espagne

O. lusitanicum est présent dans la moitié ouest du pays (19 provinces), et au nord-est dans la province de Gérone et sur les îles Baléares. *O. azoricum* est dispersé dans quelques provinces du centre et du nord-est⁶⁴.

Italie

O. lusitanicum est assez répandu sur la péninsule, mais rare sur les îles (Sicile, Sardaigne)²⁹².

Etat de conservation

(1) *O. azoricum*

Le nombre de stations est en sensible augmentation en France, sans doute en raison d'une meilleure connaissance (la plante est soit absente, soit très mal décrite dans les anciens ouvrages) et d'une meilleure prospection, même si les milieux fréquentés par cette espèce sont a priori vulnérables. L'espèce n'a pas été revue à Roque-Haute (Hérault).

(2) *O. lusitanicum*

Le nombre de stations est en sensible diminution en France, en particulier sur la zone atlantique. Au Maroc, le nombre de stations est assez stable, quoique les populations soient en légère augmentation dans les stations montagneuses. En Algérie, l'espèce est considérée comme rare.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	(1) France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995 (2) France, listes régionales : - Languedoc Roussillon : arrêté du 29/10/1997, J.O. du 16/01/1998 - PACA : arrêté du 9/05/1994, J.O. du 26/07/1994
Livres et listes rouges	(1) France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Les exigences très spécifiques des ophioglosses, tant au niveau trophique* qu'hydrologique, font de ces plantes des espèces très sensibles aux modifications de l'équilibre de leur environnement. Le caractère toujours localisé des stations accentue leur vulnérabilité. La modification de l'hydrologie des sites serait un facteur fréquent de dégradation. Comme les milieux occupés par ces espèces sont généralement peu fertiles pour l'agriculture, la menace la plus courante reste l'aménagement des sites, en particulier pour toutes les stations littorales. Les ophioglosses sont souvent installés sur des sols minces et sensibles à l'érosion. Une fréquentation excessive peut être un facteur de dégradation de certaines stations.

Facteurs naturels

La fermeture du milieu par la végétation peut être un facteur de limitation des populations. Toutefois, les sites étant généralement très peu productifs (sols squelettiques), la dynamique de la végétation concurrente est lente : en particulier, les populations d'ophioglosses installées sur des replats rocheux sont en situation quasi-climacique* et ne sont pas vulnérables à ce facteur. Par ailleurs, la dynamique de la végétation concurrente est souvent sensible aux perturbations (pâturage, débroussaillage, etc.).

Mesures de gestion et de conservation**Mesures actuelles****France**

- Le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles conserve *ex-situ* des spores d'*O. lusitanicum*.
- Dans la plaine des Maures :
 - Quelques secteurs abritant ces espèces sont la propriété du CEEP ou du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres.
 - Dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires", des mesures de gestion expérimentales sont en place dans plusieurs sites abritant ces espèces (mare de Péguière, site des Aurèdes) et un site a été acquis, dans le bois de Rouquan, par le CEEP.
 - La gestion pastorale et le débroussaillage mis en œuvre pour la Défense Forestière Contre les Incendies, peuvent être favorables à ces espèces.
 - Plusieurs stations sont incluses dans le périmètre Natura 2000*.

Maroc

Il n'existe aucune mesure de gestion des sites à ophioglosses.

Recommandations

- La gestion des sites abritant les populations d'ophioglosses, au travers de mesures statutaires garantissant le maintien des conditions écologiques favorables à leur survie, est la meilleure façon pour conserver les stations. En particulier, la mise en place d'arrêtés de protection de biotope, notamment pour certaines populations littorales, est à préconiser.

- Un recensement plus précis des stations de ces plantes discrètes est également à promouvoir. En effet dans les grands ensembles de milieux naturels favorables, leur présence est sans doute sous-évaluée. L'inscription de sites dans les différents inventaires (ZNIEFF*, Natura 2000, etc.) est nécessaire.
- Ponctuellement, des mesures de gestion visant à maintenir un milieu ouvert ou à rétablir une hydrologie satisfaisante, peuvent être utiles à leur conservation, après évaluation.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Barbero, 1965²¹, 1967²² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Boudrié, 1995⁴⁴ ; Braun-Blanquet, 1935⁴⁸ ; Brullo & Minissale, 1998⁵⁴ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Chevassut & Quézel, 1956⁷² ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Gamisans & Guyot, 1991¹⁴² ; Gamisans & Jeanmonod, 1993¹⁴¹ ; Gaudillat & Haury, 2002¹⁵³ ; Greuter *et al.*, 1984-1989¹⁶⁰ ; Jahandiez & Maire, 1931¹⁸¹ ; Kessler, 2000¹⁹⁵ ; Lewin & Escoubeyrou, 1997²¹² ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Nozeran & Roux, 1958²⁷² ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Prelli, 2001³⁰⁰ ; Prelli & Boudrié, 1992²⁹⁹ ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Rivas Goday, 1970³¹⁹

Auteur : Catard A.

Collaborateurs : Michaud H., G. Paradis, L. Rhazi & N. Yaver-covski

Pilularia minuta Durieu ex A. Braun

POLYPODIOPHYTES³⁰⁰

MARSILEACEAE

Principaux synonymes

P. globulifera L. subsp. *minuta* (A. Braun) Bonnier et Layens

Nom français : Pilulaire délicate

Nom italien : Pilularia minore

Nom anglais : Pillwort (nom du genre)

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification^{64, 96, 292, 300}

- Plante amphibie, vivace par son rhizome filiforme traçant, très peu enfoui sous la surface du sol.
- Frondes ("feuilles") vertes, filiformes, cylindriques, dressées de 1 à 3 cm de long et disposées une par une le long du rhizome, les entre-nœuds ayant environ 1 cm.
- Sporocarpes* ("fruits") globuleux, de 0,75 à 1 mm de diamètre environ, densément pubescents, courtement pédicellés (le pédicelle est recourbé au sommet) et de couleur marron foncé à maturité.

Espèces proches

Plantules de joncs, de graminées et d'*Isoetes*. Les caractères distinctifs de *Pilularia minuta* sont le rhizome filiforme très peu enfoui dans le sol, les sporocarpes globuleux et les feuilles filiformes.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce méditerranéenne.

France

Hérault, Alpes-Maritimes et Corse.

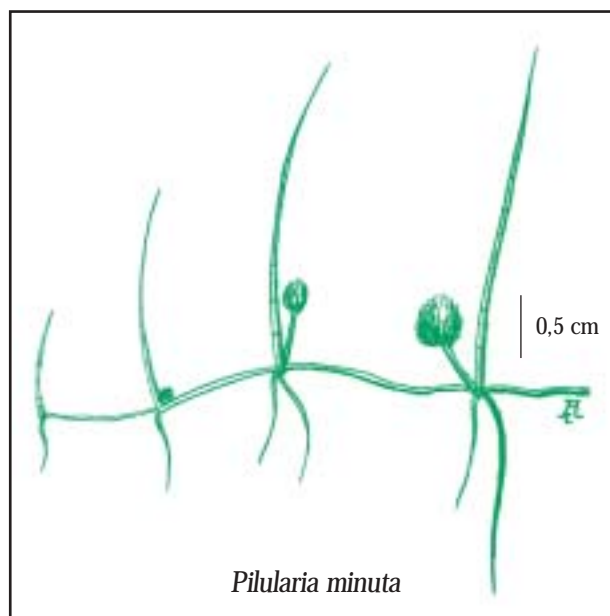
Autres pays méditerranéens

Portugal, Espagne (Minorque et probablement en Andalousie et en Catalogne)⁶⁴, Italie (Sardaigne, Sicile, région de Rome), Afrique du Nord (Maroc et Algérie), Grèce, Chypre et Turquie.

Habitat

Description générale

Les mares à *Pilularia minuta* sont, pour la plupart (France continentale, Corse, Maroc), localisées dans les forêts ou dans les matorrals* de basse altitude dominés selon les sites par le Chêne-liège (*Q. suber*), le Myrte (*M. communis*), la Bruyère-à-balais (*E. scoparia*), le Pistachier lentisque (*P. lentiscus*) et la Filaire à feuilles étroites (*P. angustifolia*). D'autres mares à *P. minuta* sont situées dans des végétations dégradées dominées par l'Inule visqueuse (*Dittrichia viscosa*). Le sol y est sableux à sablo-limoneux, la roche mère gréseuse, quartzitique, basaltique ou schisteuse. Au Maroc, leur mise en eau a lieu le plus souvent en décembre-janvier, uniquement par les eaux de pluie, et leur assèchement en avril-mai. A Roque-Haute (France) et en Corse, la submersion



début en automne (novembre) pour finir entre avril et juillet selon les mares.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

22.3412 Groupements méditerranéens aquatiques à Isoètes

Espèces compagnes

Les espèces associées à *Pilularia minuta* sont nombreuses : *Isoetes velata*, *I. setacea*, *Myosotis sicula*, *Elatine brochonii*, *Juncus pygmaeus*, *J. bufonius*, *Illecebrum verticillatum*, *Lythrum thymifolia*, *L. borysthenticum*, *L. hyssopifolia*, *Laurentia michelii*, *Exaculum pusillum*, etc.

Phytosociologie*

• Conception phytosociologique classique "ancienne"³¹⁹ : les groupements à *Pilularia minuta* appartiennent à l'alliance *Isoetion* Br.-Bl. 1931 de l'ordre des *Isoetalia* Br.-Bl. 1931 em. Rivas-Goday 1970 et de la classe des *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & R. Tx. 1943. Braun-Blanquet⁴⁸ considère *P. minuta* comme une des caractéristiques de son *Isoetum setaceae* ou association* à *Isoetes setacea* et *Lythrum borysthenticum* (= *Peplis hispidula*) de Roque-Haute (Hérault).

• Conception phytosociologique plus récente⁹⁸ : les groupements à *P. minuta* appartiennent à l'alliance *Antinorio agrostideae-Isoetion velatae* (Br.-Bl. 1931) de Foucault 1988, de l'ordre des *Isoetalia velatae* (Br.-Bl. 1931) de Foucault 1988 et de la classe des *Isoetea velatae* (Br.-Bl. & R. Tx. 1943) de Foucault 1988.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

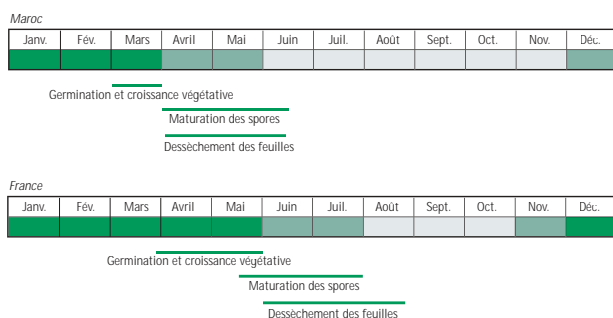
Espèce vivace : géophyte* à rhizome ou hydrophyte* radicant²⁹².

Reproduction

Aérienne pour la maturation des spores.

Cycle biologique

Germination des spores en conditions très humides ou inondées et développement des frondes dans l'eau en mars-avril, suivi par la formation de sporocarpes. A la fin du printemps, maturation des sporocarpes et donc des spores après l'exondation complète ; dessèchement et mort rapide des frondes.



Conditions environnementales

Hydrologie

La germination des spores nécessite la saturation ou l'inondation du substrat. La plante peut rester au stade végétatif sous une eau oligotrophe*, très peu profonde (< 5 cm), et former des sporocarpes mais l'exondation complète du milieu est indispensable pour la maturation des sporocarpes⁹⁶.

Substrat

Substrat non calcaire dans les stations marocaines et françaises.

Compétition interspécifique

Espèce héliophile*, *Pilularia minuta* germe dans les endroits les plus dégagés de la mare. L'espèce est défavorisée par l'ombrage des ligneux, des herbacées vivaces (*Cistus monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Myrtus communis*, *Dittrichia viscosa*, *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolius*, etc.) et des héliophytes* (*Scirpus maritimus*, *Eleocharis palustris*, etc.), ainsi que par les feutrages de characées (telle *Tolypella glomerata* en Corse), les années à hiver très pluvieux (cas de 2000-2001).

Impact des perturbations

Elle sont favorables (pacage des bovins, passages de sangliers, etc.), car elles provoquent des limitations de la biomasse de végétaux plus grands ainsi que des dénudations du sol.

Stratégie adaptative

Selon Grime¹⁶³, l'espèce paraît présenter la stratégie de maintien des tolérants au stress-rudéraux (S-R).

Conservation - Gestion

Estimation des populations

• Au Maroc, les mares à *Pilularia minuta* ne sont pas très nombreuses^{133, 134, 230} : 12 environ, localisées dans les plaines atlantiques (Benslimane, sud de Rommani, sud-est de Tiflet).

• En Grèce, cette espèce est présente dans trois mares littorales situées sur les îles Ouest et Nord de la mer Egée²⁹⁰.

En France continentale, il existe quelques stations dans les mares de la Réserve Naturelle de Roque-Haute et du plateau de Béziers (Hérault)^{45, 300}.

• En Corse, les stations revues et trouvées récemment sont au nombre d'une douzaine (mares de la Tour d'Olmeto, de la Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone, de Frasseli, de Padulellu, de Mura dell'Unda, d'Arasu, etc.)^{172, 219, 222, 223, 224, 302}.

Etat de conservation

Populations d'effectifs très variables d'une année à l'autre mais paraissant se maintenir dans les différentes stations.

• En France continentale, il est cependant possible que *P. minuta* soit vulnérable parce qu'en limite nord-occidentale de son aire de répartition. L'espèce a, par ailleurs, disparu de la mare de Biot, détruite dans les années 1975²⁴⁶.

• En Algérie, les stations connues de l'Algérois et près d'Oran⁹⁷ paraissaient menacées³⁰², mais des renseignements plus récents font défaut.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	Espèce strictement protégée (Annexe I)
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - Baléares : "en danger" (EN) ³³¹ - Espagne, liste nationale : "vulnérable" (VU) ¹³ - Italie, liste nationale : "vulnérable" ⁸⁶ - Maroc : "très rare" (RR) ^{133, 134, 181, 381} - Grèce, livre national : "vulnérable" (VU) ²⁹⁰

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

L'urbanisation, le comblement et la modification de l'hydrologie des mares constituent les plus grandes menaces pour ce taxon. En Grèce, l'urbanisation est considérée comme la principale menace²⁹⁰.

Facteurs naturels

La fermeture du milieu, par suite du développement des végétaux de grande taille, défavorise cette espèce de très petite taille.

En France, à Roque-Haute, l'abandon du pâturage entraîne la colonisation des mares par les ligneux et les héliophytes. Ils empêchent le développement de cette espèce à la fois directement par leur ombrage, et directement ou indirectement par leur litière (actions mécaniques et chimiques).

Au Maroc, c'est essentiellement la fréquence des années sèches qui limite l'apparition chaque année de ce taxon³¹⁴.

Risques liés aux populations

Risque d'extinction des populations de *Pilularia minuta* en France continentale, en raison de leurs effectifs réduits et de leur isolement.

Mesures de gestion et de conservation recommandées

Mesures actuelles

Maroc

Aucune mesure actuelle de gestion.

France

- France continentale : à Roque-Haute, sur certains sites à *Pilularia minuta*, le débroussaillage des ligneux et l'exportation de la litière pour favoriser *Isoetes setacea* ont été testés dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires". La conservation de cette population, située sur une Réserve Naturelle, est cependant incertaine actuellement (interdiction d'accès et gestion non concertée par les propriétaires).
- Corse : la création en décembre 2000 de la Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone (Bonifacio) devrait permettre des mesures de gestion favorables à cette espèce dans les quatre mares de la Réserve.
- Récolte et conservation *ex-situ* des spores par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.

Recommandations

- Assurer une maîtrise de l'urbanisation.
- Limiter le couvert végétal entourant les stations à *Pilularia minuta*, afin d'éviter sa progression et permettre une certaine

ouverture du milieu. Pour atteindre cet objectif, le pâturage extensif de bovins sera à maintenir ou à favoriser.

- Promouvoir des mesures légales de préservation pour les stations non encore protégées.
- Appliquer le plan de gestion à Roque-Haute, et plus généralement restaurer une gestion concertée à vocation patrimoniale sur cette Réserve Naturelle.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Anonyme, 2000¹³ ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Boudrié *et al.* 1998⁴⁵ ; Braun-Blanquet, 1935⁴⁸ ; Castroviejo, 1986-2001⁶⁴ ; Conti *et al.*, 1992⁹⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Dumas *et al.*, 1952⁹⁷ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Grime, 1979¹⁶³ ; Hébrard, 1990¹⁷² ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Lorenzoni & Paradis, 1997²¹⁹, 2000²²² ; Lorenzoni, 1994²²³, 1996²²⁴ ; Maire 1952-1987²³⁰ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Phitos *et al.*, 1995²⁹⁰ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Poirion & Vivant, 1969²⁹⁴ ; Prelli, 2001³⁰⁰ ; Quézel & Zevaco, 1964³⁰² ; Quézel, 1998³⁰⁶ ; Rhazi *et al.*, 2001³¹⁴ ; Rita, 2000³¹⁷ ; Rivas Goday 1970³¹⁹ ; Saez & Rossello, 2001³³¹ ; Tiolet & Rhazi 1999³⁸¹ ; Tutin *et al.* 1964-1993³⁸⁶ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteur : Rhazi L.

Collaborateurs : Michaud H., G. Paradis & M. Rhazi

Ranunculus lateriflorus DC. (1) & *Ranunculus nodiflorus* L (2)

ANGIOSPERMES
RANUNCULACEAE

Principaux synonymes

(1) *R. nodiflorus* L. subsp. *lateriflorus* (DC.) P. Fourn.

(2) *R. nodiflorus* L. subsp. *nodiflorus*

R. lateriflorus DC. var. *charbonelii* Rouy & Foucaud

Noms français : (1) Renoncule à fleurs latérales

(2) Renoncule à fleurs nodales

Nom italien : (1) Ranuncolo a fiori sessili

Nom espagnol : (1) Ranunculo con flores laterales

Sous-espèces

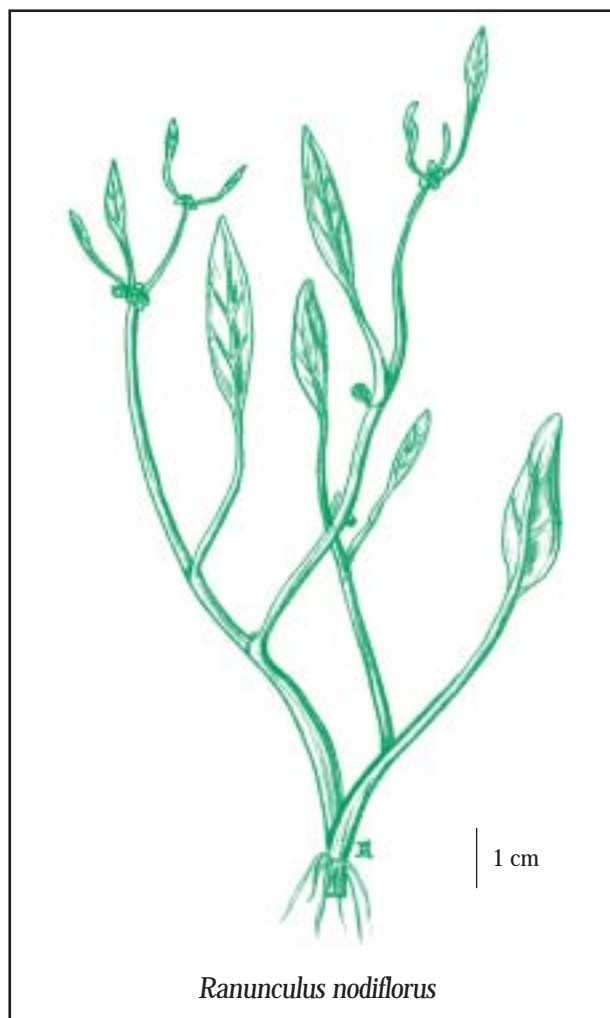
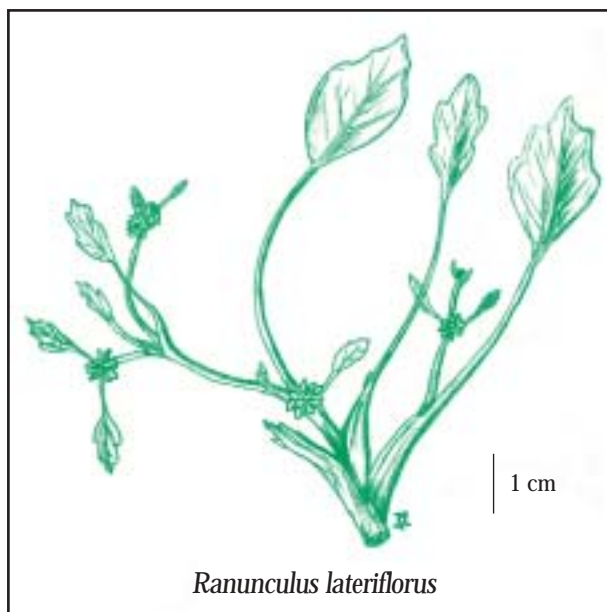
Ces 2 taxons sont parfois considérés comme deux sous-espèces de *R. nodiflorus*.

Description/Critères d'identification

- Plantes herbacées annuelles (5-20 cm) vert clair à racines grêles, fasciculées
- Espèces à tiges dressées cylindriques fistuleuses*, parfois radicantes aux nœuds inférieurs, à ramifications dichotomes.
- Feuilles basales pétiolées à limbe elliptique ou ovale lancéolé, parfois nageantes et alors à long pétiole ; feuilles moyennes et supérieures à pétioles de plus en plus courts et à limbe entiers (ou un peu sinués-dentés), lancéolés à linéaires-lancéolés. Pétiole prolongé à la base par une gaine membraneuse blanchâtre.
- Fleurs très petites, de 2,5 à 3 mm de diamètre chez *R. lateriflorus*, plus petites (1,5 à 2,5 mm) chez *R. nodiflorus*, solitaires, sessiles* (les inférieures parfois courtement pédicellées), et situées dans les fourches de la tige ou entre deux feuilles sur les portions non ramifiées de l'axe. Cinq pétales jaunes pâles égalant environ les sépales.
- Akènes non caducs, à faces couvertes de tubercules, très comprimés de 1,5 à 2 mm sans le bec*, ce dernier égalant environ le corps de l'akène chez *R. lateriflorus*, très court et ne dépasse pas le tiers, chez *R. nodiflorus*.
- *R. lateriflorus* est diploïde ($2n = 16$), *R. nodiflorus* tétraploïde ($2n = 32$).
- Autres caractères discriminants entre les deux renoncules, donnés par certains auteurs : *R. lateriflorus* aurait les pétales en cuiller, *R. nodiflorus* les aurait plans (cependant ce critère est délicat à utiliser objectivement sur des pétales très petits et rapidement caducs, d'autant qu'il est variable sur une même fleur) ; de plus, à dimensions égales, *R. lateriflorus* peut être plus robuste que *R. nodiflorus*.

Espèces proches

D'autres espèces de renoncules annuelles à feuilles entières et à fleurs jaunes petites à minuscules peuvent pousser dans des milieux équivalents (*R. revelieri*, *R. longipes*, *R. ophioglossifolius*). Néanmoins, sur des individus convenablement développés, il ne peut y avoir de confusion avec les deux espèces ci-dessus qui sont les seules à posséder des fleurs sessiles à l'aisselle des feuilles et dans les fourches des ramifications des axes. Les autres espèces possèdent des fleurs pédonculées.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

(1) *Ranunculus lateriflorus*

Espèce paléo-tropicale à vaste répartition mais toujours sporadique, autour de la Méditerranée et à l'Est jusqu'en Asie centrale et en Sibérie : France, Italie, Grèce, Chypre, Turquie, Syrie, Liban, Israël, Algérie, Maroc et Croatie (?).

En France : affleurements basaltiques de la région de Roque-Haute (Hérault), plateau basaltique de Caux-Fontès-Pézenas (Hérault), plaine du Regard au sud du plateau basaltique du Coiron (Ardèche).

En Italie, trois localités aujourd'hui connues : en Sicile, dans les Appenins et dans les Abruzzes⁸⁶.

(2) *Ranunculus nodiflorus*

Endémique franco-ibérique.

En France, les stations sont dispersées surtout dans le centre et l'ouest de la France : massif des Fenouillèdes (Pyrénées-Orientales), Massif central dans le Sud de l'Aveyron et sur les plateaux basaltiques (Chaux) du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire et du Cantal, région parisienne autour de Fontainebleau, Loiret près d'Orléans, Indre en Brenne et Massif armoricain.

Dans la péninsule ibérique (Espagne et Portugal), elles occupent le centre et le nord.

Habitat

Description générale

En France : terrains non calcaires temporairement inondés l'hiver, s'asséchant au printemps (mares, fossés ou prairies maigres).

(1) *Ranunculus lateriflorus*

Il se développe dans des mares et fossés assez profonds, voire dans des prairies maigres inondables. A des latitudes plus méridionales que la France, il se rencontre surtout en montagnes parfois sur substrat tourbeux (pozzines* du Haut Atlas, mares du Taurus, de Sicile, etc.). En dehors de la France, *R. lateriflorus* croît parfois sur substrat non siliceux²¹⁸.

(2) *Ranunculus nodiflorus*

En dehors du domaine méditerranéen, il montre une prédilection pour les cuvettes à fond plat, très peu profondes, recouvertes d'un limon argilo-graveleux de 3 à 4 cm d'épaisseur maximum et dispersées sur des plateaux où la roche nue apparaît partout^{47, 106}. Dans le reste de son aire, l'espèce occupe des milieux similaires à *R. lateriflorus*.

En Corse, la plante est rare¹⁴¹ et connue seulement des montagnes du sud de l'île, de 900 à 1 600 m d'altitude environ :

- Trous dans les pozzines du massif de l'Incudine, au niveau du plateau du Coscione^{99, 143, 144}.
- Cas d'un ruisseau asséché dès juin dans la forêt de Marghèse du massif de l'Osedale-Cagna¹⁰⁷.

Plusieurs des mares où poussent ces renoncules ont, en partie, une origine anthropique : carrières de granite en Pays Bigouden⁸⁰ ou de basalte à Roque-Haute, mares abreuvoirs en Ardèche²³⁴.

CORINE Biotope

Hors région méditerranéenne

(22-11 à 22-13) x 22-32 Communautés annuelles oligotrophes à

mésotrophes, de bas-niveau topographique, planitiaires, d'affinités atlantiques, de la classe des *Isoeto-Juncetea*.

Région méditerranéenne

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

Directive habitats

Hors région méditerranéenne

Groupement d'intérêt communautaire "Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen planitiaires à montagnardes, des *Isoeto-Juncetea*" (code 3130).

Région méditerranéenne

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

Phytosociologie*

Classe : *Isoeto-Nanojuncetea*.

Ordre : *Isoetalia*.

Alliances : *Cicendion filiformis*, *Isoetion*.

Associations* :

(1) *Ranunculus lateriflorus* :

- France : *Isoetetum setaceae*
- Afrique-du-Nord : groupement à *Sedum nevadense* et *Juncus pygmaeus*³⁰⁴.
- Est de la péninsule ibérique : groupement à *R. lateriflorus* et *Damasonium polyspermum*⁹⁸.
- Sicile : *Ranunculo-Antinorietum insularis* et *Myosuro-Ranunculetum lateriflori*^{53, 98, 354}.
- Taurus (Turquie) : groupement à *R. lateriflorus* et *Sedum annum*³⁰⁵.
- Europe de l'Est : *Ranunculo lateriflori-Limoselletum aquaticae*⁵⁴.

(2) *Ranunculus nodiflorus*

- Hors zone méditerranéenne : *Bulliardio-Ranunculetum nodiflori*¹⁰⁶ (= *Crassulo vaillantii-Ranunculetum nodiflori* Abbayes 1946) et groupement à *R. lateriflorus* var. *charbonellii* (= *R. nodiflorus*) et *Sedum villosum*³⁸.
- France méditerranéenne : groupements non décrits, notamment à *Isoetes setacea*, des Fenouillèdes.
- Corse : Gamisans¹⁴⁴ a décrit, en se basant sur trois relevés dans les pozzines du plateau du Coscione, l'association *Ranunculeto-Juncetum bulbosi*, qu'il faudrait nommer *Ranunculo nodiflori-Juncetum bulbosi*.

Espèces compagnes

En France, les deux espèces sont accompagnées par des cortèges qui dépendent surtout du secteur où elles poussent :

- Languedoc-Roussillon : *Isoetes setacea*, *Lythrum thymifolia*, *L. borysthenicum*, *Myosotis sicula*, *Juncus pygmaeus*, *Herniaria glabra*, *Polygonum aviculare* subsp. *rurivagum*, etc.
- Ardèche : *Crassula vaillantii*, *Lythrum thymifolium*, *Polygonum aviculare* subsp. *rurivagum*, *Ranunculus hederaceus*, etc.
- Massif central : *Sedum villosum*, *Montia minor*, *Sagina procumbens*, *Poa annua*.
- Région de Fontainebleau et Massif armoricain : *Crassula vaillantii*, *Illecebrum verticillatum*, *Lythrum portula*, *Polygonum aviculare*, *Spergularia rubra*, *Poa annua*, *Myosotis sicula*, etc.
- Haut Atlas (Maroc) : *Sedum nevadense*, *Elatine macropoda*, *Ranunculus batrachioides*, etc.

- Péninsule ibérique : *Sedum nevadense*, *Pulicaria paludosa*, *Illecebrum verticillatum*, *Exacillum pusillum*, *Lythrum borysthenticum*, *Juncus pygmaeus*, *Lythrum thymifolium*, *Myosotis sicula*, etc.
- Sicile : *Antinoria insularis*, *Lythrum portula*, *Mentha pulegium*, etc.
- Taurus (Turquie) : *Sedum annuum*, *Lythrum thymifolia*, *Eleocharis palustris*, etc.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Annuelles (thérophytes*).

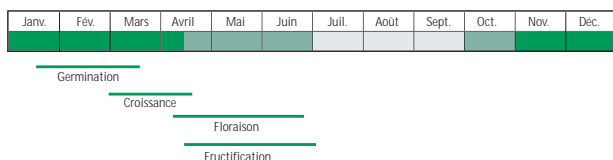
Cycle biologique

En France, les deux renoncules germent durant l'hiver, développant alors des feuilles flottantes. La floraison intervient au printemps pendant le retrait des eaux (avril-juin). Les fleurs donnent rapidement des fruits : la fructification est à peu près concomitante à la floraison. Les plantes meurent et séchent dès le début de l'été.

Ranunculus nodiflorus serait préférentiellement autogame et ses akènes montrent une bonne flottabilité¹⁹⁶. Il en est probablement de même chez *R. lateriflorus* qui possède les mêmes caractéristiques florales (pétales très petits, fleurs sans odeur) et des akènes de taille voisine. La banque de graines* joue, bien entendu, un rôle primordial chez ces deux espèces¹⁹⁶.

Ranunculus lateriflorus et *R. nodiflorus*

Sud de la France



Conditions environnementales

Hydrologie

Espèces typiquement amphibies qui nécessitent une assez longue période d'inondation hivernale se prolongeant jusqu'en mars-avril pour *R. nodiflorus* en Bretagne¹⁰⁶ et jusqu'en avril-mai pour *R. lateriflorus* en France méditerranéenne. Sous climat relativement humide (Massif armoricain, Bassin parisien), les cuvettes occupées par *R. nodiflorus* sont peu profondes, ce qui permet un échauffement rapide au printemps suivi d'une exondation précoce^{47, 106}. Sous climat méditerranéen, les milieux occupés par *R. nodiflorus* ou *R. lateriflorus* peuvent être recouverts de plusieurs dizaines de centimètres d'eau et peuvent s'exonder plus tardivement.

Substrat

Ce sont deux espèces de mares oligotrophes*, qui ont leur optimum sur des substrat minéraux acides : sol sablonneux-graveleux (pH 5,2-6,5) sur les basaltes de Roque-Haute⁴⁹, limon argileux-graveleux (pH 5,6-5,8) très peu épais (optimum de 1-2 cm) reposant directement sur la roche dans le Massif armoricain¹⁰⁶, arènes granitiques à Rodés (Fenouillèdes).

Compétition interspécifique

Espèces très sensibles à la concurrence des espèces vivaces. Ainsi, en Bretagne, un simple étrépage de mares a permis de passer de 47 pieds de *R. nodiflorus* en 1995, à 3 000 l'année suivante sur un seul site⁸⁰.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

(1) *Ranunculus nodiflorus*

En France, cette espèce est présente dans les montagnes de la Corse du Sud et une grande population est connue à Rodés dans les Fenouillèdes.

A Montalba-le-Château, une station proche de la précédente et connue au XIX^e siècle (Castanier in Herbarier Oliver, Université de Montpellier) n'a pas été revue. Des mentions anciennes existent dans les Pyrénées-Atlantiques et les Hautes-Alpes. Elle a été mentionnée à tort en Savoie, dans les Alpes-Maritimes et le Var. Globalement, en France, l'espèce est en régression en raison de la disparition des mares (urbanisme) et du développement de la végétation consécutive à l'abandon du pâturage²⁷⁴.

(2) *Ranunculus lateriflorus*

Trois localités persistent en France : Roque-Haute, Caux-Fontès-Pézenas et Coiron. Elle a disparu de la Costière nîmoise à la fin des années 1960 ou au début des années 1970 suite aux remembrements qui ont conduit au comblement des nombreuses petites mares (laquets) qui parsemaient ce plateau (anciennement au Laquet de l'Oli à Beauvoisin, sur cailloutis siliceux quaternaires). Les populations d'Aoste et de Calabre (Italie) n'ont pas été revues récemment⁸⁶.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	(1) et (2) France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- (1) et (2) France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - (1) Maroc : "rare" (R) ^{133, 134, 181} - (1) Italie, livre national : "vulnérable" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

La dépression à *R. lateriflorus* de Costière (France, Gard) a été comblée lors des aménagements agricoles des années 1960-1970. La population du plateau de Caux-Fontès-Pézenas n'existe plus que dans un système de canaux de drainage d'une dépression naturelle rendue cultivable. La population de *R. nodiflorus* des Fenouillèdes est menacée par un projet de carrière.

Facteurs naturels

La dynamique naturelle des formations à vivaces limite le développement de ces renoncles, néanmoins, elles paraissent pouvoir se contenter d'ouvertures, même très petites, pour survivre dans des formations denses. La banque de graines est par ailleurs importante.

Risques liés aux populations

Risque d'extinction locale faible du fait de la banque de semences importante et longévive*.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En France

Seules les populations de *R. lateriflorus* de Roque-Haute sont incluses dans une Réserve Naturelle bénéficiant d'un plan de gestion. Cependant cette Réserve Naturelle ne peut appliquer actuellement le plan de gestion du fait d'un conflit avec les propriétaires.

Le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles a récolté et conserve *ex-situ* des semences de *R. nodiflorus*.

En Italie

Aucune mesure.

Recommandations

- Promouvoir l'acquisition foncière des sites les plus riches (Fenouillèdes, etc.) ainsi qu'une gestion conservatoire par un organisme compétent.

Références bibliographiques

Biche, 1881³⁴ ; Billy, 2002³⁸ ; Bournérias *et al.*, 2001⁴⁷ ; Brullo & Grillo, 1978⁵³ ; Brullo & Minissale, 1998⁵⁴ ; Citoleux *et al.*, 1991⁸⁰ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Des Abbayes, 1946¹⁰⁶ ; Deschâtres, 1991¹⁰⁷ ; Fennane & Ibn Tattou, 1998¹³³ ; Fennane *et al.*, 1999¹³⁴ ; Foucault de, 1988⁹⁸ ; Gamisans & Jeanmonod., 1993¹⁴¹ ; Gamisans, 1970¹⁴³, 1976¹⁴⁴ ; Gaudillat & Hauray, 2002¹⁵³ ; Jahandiez & Maire, 1931-1934¹⁸¹ ; Kirchner *et al.*, 2003¹⁹⁶ ; Litardière de, 1955⁹⁹ ; López González 1986²¹⁸ ; Maire, 1952-1987²³⁰ ; Mandin & Hugonnot, 2001²³⁴ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Quézel, 1957³⁰⁴, 1973³⁰⁵ ; Rouy & Foucaud, 1893³²⁸ ; Rouy, 1909³²⁹ ; Sortino *et al.*, 1977³⁵⁴ ; Tallon, 1967³⁶¹.

Auteur : Michaud H.

Collaborateurs : Paradis G. & N. Yavercovski.

Ranunculus revelieri Boreau

ANGIOSPERMES
RANUNCULACEAE

Principaux synonymes

R. ophioglossifolius Vill. subsp. *revelieri* (Boreau) P. Fourn.

Noms français : Renoncule de Revelière (sous-espèce varoise : Renoncule de Rodié)

Nom italien : Ranuncolo di Reveillière

Nom anglais : Crowfoot (nom d'une partie des espèces du genre)

Sous-espèces

R. revelieri Boreau subsp. *rodiei* (Litard.) Tutin (Renoncule de Rodié) et *R. revelieri* Boreau subsp. *revelieri* (Renoncule de Revelière).

Ces deux sous-espèces sont toutefois mal différenciées^{16, 85} et ne sont pas acceptées par tous les botanistes^{109, 141}.

Description/Critères d'identification

- Petite plante, de 10 à 20-30 cm de hauteur, possédant une tige dressée, fistuleuse* (rarement chez *rodiei*), ramifiée et plus ou moins creuse.
- Feuilles basales entourant la tige et longuement pétiolées, à limbe ovale et lancéolé. Feuilles de la tige plus courtement pétiolées et plus étroitement lancéolées.
- Fleurs à périanthe jaune pâle, longuement pédicellées. Pétales glabres plus courts que les sépales (très velus sur la face inférieure chez *revelieri* et glabres ou peu pubescents chez *rodiei*).
- Fruits : akènes ovoïdes, obtus, finement granuleux à bec* très court^{96, 274, 386}.

Espèces proches

R. fontanus C. Presl et *R. ophioglossifolius* (Vill.) Boreau possèdent des pétales plus longs que les sépales⁹⁶. *R. ophioglossifolius* a, en outre, des fleurs nettement plus grandes que *R. revelieri*, et ses deux premières feuilles sont cordées et non lancéolées^{16, 85}.

R. ophioglossifolius, diploïde ($2n = 16$), serait à l'origine de *R. revelieri* qui est tétraploïde ($2n = 32$). *R. revelieri* serait donc un apodémique*, c'est-à-dire un taxon polyploïde* sans doute issu, par évolution, du taxon diploïde* *R. ophioglossifolius*⁸⁵.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

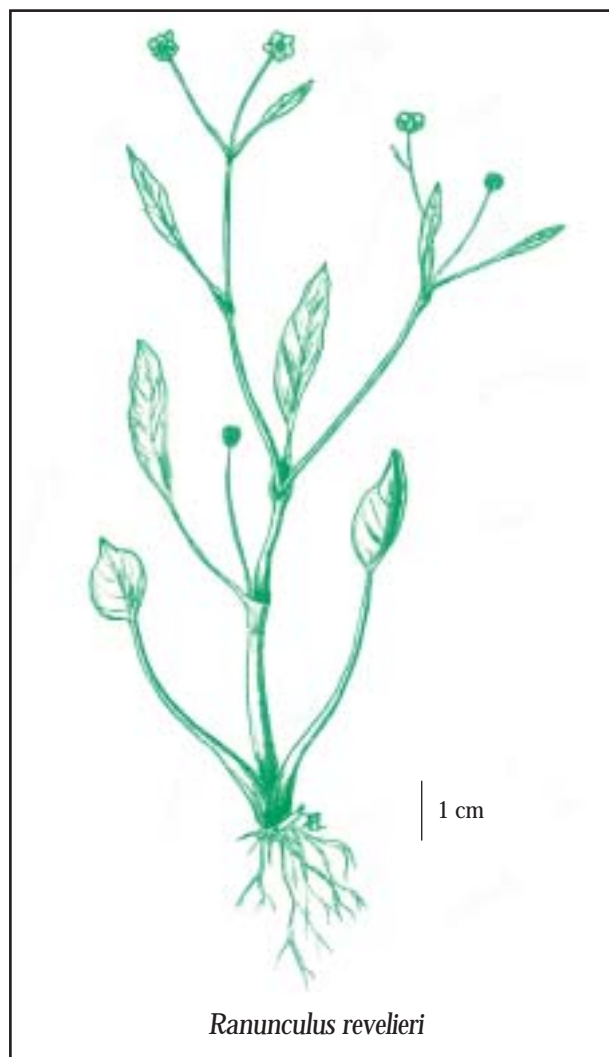
Espèce endémique* du Var (Maures et Estérel), de la Corse et de la Sardaigne, jusqu'à 1 000 m d'altitude.

France

R. revelieri subsp. *rodiei* dans le Var (Maures, Estérel) et *R. revelieri* *revelieri* en Corse.

Autres pays méditerranéens

R. revelieri subsp. *revelieri* en Sardaigne (Italie)^{16, 85, 96, 292}.



Habitat

Description générale des stations

Dans les Maures, *Ranunculus r. rodiei* occupe des parties peu profondes des mares, mais aussi des fossés et des bords de ruisselets temporaires. Dans la plaine de Palayson, cette espèce occupe des mares argilo-limoneuses localisées dans des dépressions sableuses issues de la dégradation des grès permien²⁴⁶ (*R. r. rod.*).

En Corse, les stations de *R. r. revelieri* correspondent principalement à des bordures de mares temporaires, ainsi qu'à des dépressions et des prairies humides^{16, 85, 108, 109, 222, 285, 292}.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)
22.341 Petits gazons amphibies méditerranéens (*Isoetion*)

Phytosociologie*

- Dans le Var, *Ranunculus revelieri* se rencontre dans une association* de l'*Isoetion histricis*, l'association à *Lythrum borysthenicum* et *R. revelieri* subsp. *rodiei*¹⁸. Cette association peut également être trouvée sous l'ancienne appellation "association à *Peplis erecta* (= *Lythrum borysthenicum*) et *R. revelieri*"^{18, 21, 215, 308}.

Les mares temporaires méditerranéennes

• En Corse, *R. revelieri* est fréquemment localisé entre les vivaces suivantes : *Schoenus nigricans*, *Plantago lanceolata* var. *timballi*, *Oenanthe globulosa*, *Cynodon dactylon* et *Carex serrulata*. Les annuelles associées sont : *Juncus pygmaeus*, *J. tenageia*, *Solenopsis laurentia*, *Cicendia filiformis*, *Lythrum hyssopifolium*, *Illecebrum verticillatum* (forme non immergée) et *Agrostis pourretii*. Ce type de groupement n'est pas à inclure dans l'*Isoetion histicris* mais dans le *Cicendion*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophyte* (espèce annuelle) à scape*^{96, 274, 292}.

Reproduction

Aérienne.

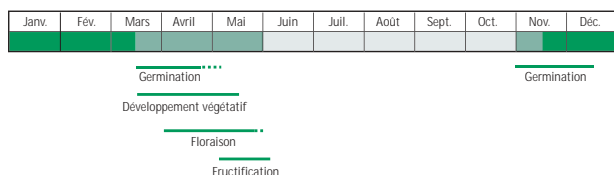
Caractéristiques des semences^{96, 386}

Longueur : environ 1,5 mm ; largeur : environ 1 mm.

Cycle biologique

Les plantules peuvent apparaître dès les premières pluies d'automne. Elles se développent ensuite très rapidement en avril et fleurissent en avril-mai. La floraison est avancée si les précipitations sont précoces et retardée dans le cas contraire. La plante passe ensuite l'été et une partie de l'automne sous forme de graines. L'association à *Lythrum borysthenicum* et *Ranunculus revelieri* est la plus fugace de l'*Isoetion histicris* et persiste deux ou trois semaines au maximum : le groupement, submergé l'hiver et une bonne partie du printemps, disparaît parfois dès la fin du mois de mai ou plus couramment en juin avec les premières chaleurs^{21, 96}.

France



Conditions environnementales

Hydrologie

Espèce hygrophile* que l'on trouve à de faibles profondeurs (0-20 cm) mais qui peut se maintenir, dans des situations exceptionnelles en hiver, jusqu'à une profondeur d'eau atteignant 40 cm. La germination s'effectue sous l'eau ou sur sol humide et la plante peut supporter une immersion prolongée du substrat de plusieurs mois par an, de la mi-automne au début du printemps¹⁵³. L'instabilité climatique provoque des fluctuations interannuelles d'abondance de ses individus. *Ranunculus revelieri* peut aussi croître dans des ruisseaux et ruisselets à écoulement lent^{18, 153}.

Substrat

Elle se développe généralement sur sol siliceux.

Compétition interspécifique

Pour cette espèce héliophile*, selon Barbero²¹, la concurrence entraînerait fréquemment des variations de populations (instabilité). Les expérimentations menées dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires" montrent en effet qu'en l'absence de pâturage la concurrence avec les herbacées vivaces est très préjudiciable à cette espèce, en particulier sur les sols dont la profondeur dépasse 20 cm.

Impact des perturbations

Il existe probablement peu d'impacts directs sur les populations (arrachage des individus) mais un impact indirect positif des perturbations irrégulières du substrat (dynamique des ruisseaux, sangliers, etc.), qui limitent les espèces vivaces ou améliorent le facteur hydrologique.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En France

- Plusieurs stations dans le Var : plaine des Maures (abondante, à répartition diffuse), massif des Maures, plaine de Palayson (localisée), Colle du Rouet (très localisée).
- Quinze à vingt localités connues en Corse en 2001²⁸⁵ : Agriate, massif de Cagna (à 1 030 m d'altitude), communes de Pianottoli, Figari, Bonifacio et Porto-Vecchio^{107, 108, 222, 225, 246, 274} et carte *in Paradis et al.*²⁸⁵.

En Italie

Plusieurs stations dans le nord de la Sardaigne, dans les Monts Limbara, près de Macomer, à Molara, et sur l'île San Pietro à l'ouest de Cagliari (cartes *in Arrigoni*¹⁶, *Conti et al.*⁸⁶).

Etat de conservation

En Corse, ses populations paraissent se maintenir, mais comme chez beaucoup de thérophytes, peu d'individus sont visibles les années à hiver et printemps très peu pluvieux (cas en 2001-2002). En Provence, les populations paraissent globalement stables, malgré la destruction de quelques stations.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997 ³⁹⁹	- <i>Ranunculus r. revelieri</i> : "vulnérable" (V) pour la Corse (France), et "En Danger" (E) pour la Sardaigne (Italie). - <i>Ranunculus r. rodiei</i> : "vulnérable" (V) pour la France
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴ - Italie, livre national : "menacée" ⁸⁶

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Travaux d'assainissement, de drainage ou de comblement du milieu, d'urbanisation^{96, 274}. En Provence, plusieurs stations ont été détruites directement ou indirectement (perturbation hydrologique) par des aménagements touristiques (golf), des travaux d'infrastructure routière et l'urbanisation.

Facteurs naturels

La dynamique naturelle de la végétation peut conduire à des fermetures de la végétation et à des mécanismes d'atterrissement* par comblement. Par exemple, les biotopes favorables à l'association à *Lythrum borysthenicum* et *Ranunculus revelieri* de la mare de Péguière (plaine des Maures) évoluent progressivement vers des milieux plus secs, colonisables par d'autres associations végétales¹⁵³, en raison d'un comblement par les sédiments du bassin versant. Plus généralement, dans les Maures, la disparition du pâturage favorise la dynamique des ligneux et des herbacées vivaces (*Juncus conglomeratus*, *Scirpus holoschoenus*), au détriment de la Renoncule.

En Corse, sans perturbation (par le pacage de bovins, l'activité des sangliers et des lièvres), les pelouses présentant *R. r. revelieri* risquent à l'avenir d'être envahies par les espèces du maquis (*Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*).

Risques liés aux populations

Dans les stations à *R. r. rodiei*, les populations ne sont pas visibles chaque année car leur développement dépend étroitement du régime des précipitations printanières. De même, en Corse, les populations de *R. r. revelieri* ne sont visibles que les années où les précipitations hiverno-printanières sont suffisantes pour permettre les germinations (comme ce fut le cas en 2000-2001). Néanmoins, leur instabilité ne met pas en péril les populations.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Corse

Les populations (*R. r. revelieri*) des mares des Tre-Padule de Suartone (Bonifacio) bénéficient du statut de Réserve Naturelle du site.

France continentale (Maures)

- Un projet de Réserve Naturelle au centre de la plaine devrait préserver des menaces anthropiques la majorité des stations de ce site (*R. r. rodiei*)^{153, 274}.

- La création d'un périmètre Natura 2000* devrait favoriser la prise en compte des exigences nécessaires à la conservation de cette espèce. Actuellement, le pâturage réintroduit le long des pare-feux lui est favorable.

- Le projet LIFE "Mares Temporaires" a permis de tester des mesures expérimentales de gestion de l'habitat pour cette espèce ainsi que l'acquisition par le CEEP de deux sites où elle est présente (bois de Rouquan, vallon de Sauronne).

- Des semences ont été récoltées et sont conservées *ex-situ* par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.

Recommandations

En Corse

Les gestionnaires devront veiller à ce que des perturbations comme le pacage extensif de bovins et les passages et "fouissages" de sangliers (et de lièvres) se maintiennent.

En France continentale

- Poursuivre :

- Le suivi des stations.

- La sensibilisation des gestionnaires concernés, au niveau de la prise en considération de l'espèce dans les aménagements.

- La maîtrise de la gestion par acquisition ou par voie conventionnelle.

- Créer des aires de protection là où l'espèce est présente.

- Réhabiliter le pâturage extensif.

Références bibliographiques

Anonyme 1999¹² ; Arrigoni, 1983¹⁶ ; Aubert & Loisel, 1971¹⁸ ; Barbero, 1965²¹ ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Contandriopoulos, 1962⁸⁵ ; Conti *et al.*, 1992⁸⁶ ; Danton & Baffray, 1995⁹⁶ ; Deschâtres, 1993¹⁰⁸ ; Deschâtres *et al.*, 1991¹⁰⁹ ; Gamisans & Jeanmonod, 1993¹⁴¹ ; Gaudillat & Haury, 2002¹⁵³ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Lorenzoni & Paradis, 2000²²² ; Lorenzoni, 1997²²⁵ ; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Paradis *et al.*, 2002²⁸⁵ ; Pignatti, 1982²⁹² ; Quézel *et al.*, 1979³⁰⁸ ; Tutin *et al.*, 1964-1993³⁸⁶ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteur : Calvière T.

Collaborateurs : Catard A., P. Grillas, G. Paradis & N. Yavercovski

Genre *Riccia* L.

MARCHANTIOPSIDA
RICCIACEAE

Principaux synonymes

Aucun encore en usage de nos jours

Nom français : Riccia

Noms anglais : Crystalwort, Riccia

Sous-genres

Deux sous-genres sont présents dans le domaine méditerranéen :

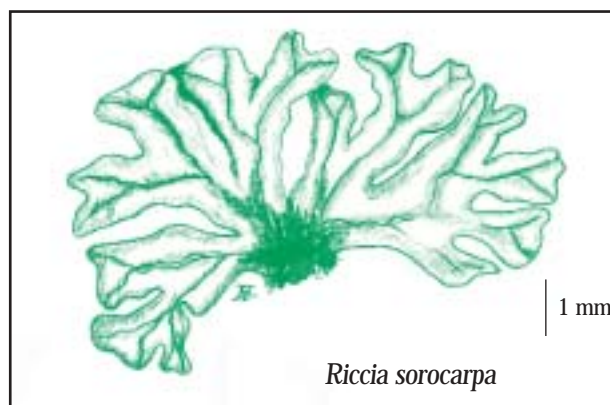
- *Riccia* avec une seule section, *Riccia*.
- *Ricciella* (A. Braun) Rchb. avec deux sections : *Ricciella* et *Spongodes* Nees.

Description/Critères d'identification

- Petites hépatiques à thalle grégaires, formant soit des rosettes complètes, soit des lobes linéaires plus ou moins groupés, de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre, de consistance coriace, compacte ou spongieuse.
- Espèces soit annuelles, soit pérennes*.
- Lobes présentant généralement une face dorsale sillonnée longitudinalement et tuméfiée sur les marges en bourrelets plus ou moins saillants, de couleur variant grandement suivant les espèces et les conditions de développement, allant du blanc pur au violet-noirâtre. Marges des lobes parfois garnies de poils, de cils ou de papilles et portant des écailles souvent pourprées.
- Chez les espèces à thalle compact (sous-genre *Riccia*), tissu dorsal constitué de files de cellules verticales presque jointives ; chez les espèces à thalle lacuneux (sous-genre *Ricciella*), tissu dorsal très lâche et creusé d'un réseau de lacunes aérifères.
- Epiderme dorsal ponctué de pores plus ou moins différenciés. Tissu ventral de l'ensemble des espèces du genre plus ou moins compact.
- Espèces dioïques pour certaines, monoïques pour d'autres.
- Gamétanges* mâles (anthéridies*) enfoncés dans le tissu dorsal du thalle, faisant plus ou moins saillie à la face supérieure sous forme de petites proéminences dressées.
- Gamétanges femelles (archégones) également inclus dans le thalle et faisant plus ou moins saillie à la face supérieure. Une fois la fécondation effectuée, développement de la capsule dans le tissu du thalle, celle-ci pouvant, à maturité, faire saillie sur la face supérieure ou inférieure, ou ne pas faire saillie.
- Spores libérées lorsque le thalle se décompose par sa base, tandis qu'il peut continuer à croître par son extrémité. Aucune élatère* parmi les spores. Spores colorées à maturité, allant du brun au noir, et présentant très fréquemment une polarité (la face distale, grossièrement hémisphérique, s'oppose à la face proximale, à trois facettes triangulaires). Face distale (moins souvent la face proximale) généralement ornée d'alvéoles délimitées par des murets pouvant présenter des tubercules dans les angles (cette ornementation de la spore est souvent d'un grand intérêt pour la détermination des espèces, d'où l'importance de toujours rechercher des thalles fertiles sur le terrain).
- Multiplication végétative* très rare.

Présentation de quelques espèces

Le genre *Riccia* dans le domaine méditerranéen comprend plus d'une trentaine d'espèces, ce qui en fait le genre d'hépatique le mieux représenté. Les espèces sont souvent assez difficiles à



nommer sur le terrain, bien que certaines d'entre elles soient faciles à reconnaître avec un peu d'expérience. Elles ne sont pas toutes strictement inféodées aux biotopes de mares temporaires mais peuvent coloniser d'autres milieux qui présentent tous la caractéristique d'alternance période humide/période sèche.

Riccia sorocarpa, *R. macrocarpa*, *R. glauca*, *R. sommieri*, *R. subfurca*, *R. warnstorffii*, *R. nigrella*, *R. michelii*, *R. beyrichiana*, *R. crozalsii*, *R. crystallina* et *R. canaliculata* par exemple sont assez typiques des abords de mares temporaires.

Pour la détermination des espèces, voir entre autres les nombreux travaux de Jovet-Ast¹⁹³ et de Schuster³⁴⁹.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

Le genre *Riccia* est particulièrement bien représenté dans le Midi méditerranéen mais de nombreuses espèces ont une distribution plus vaste. Diverses espèces à affinités méditerranéennes se retrouvent sur la façade atlantique (*Riccia crozalsii*, *R. michelii*, etc.) ou dans le Massif central (*R. trichocarpa*). De nombreux taxons sont rares et n'existent qu'en un nombre très limité de stations. A titre d'exemple, le massif des Maures, la région de Biot, la Réserve Naturelle de Roque-Haute sont des sites extrêmement riches en hépatiques du genre *Riccia*.

Autres pays méditerranéens

Tous les pays du pourtour de la Méditerranée sont riches en *Riccia* bien que la répartition de bon nombre d'entre eux soit très inégale à l'échelle de ce territoire. Par exemple, *Riccia macrocarpa* est beaucoup plus abondant à l'ouest du Bassin méditerranéen qu'à l'est ; *R. sommieri* n'existe qu'à l'ouest ; *R. atromarginata* est beaucoup moins rare en Afrique du Nord que dans le nord du Bassin méditerranéen, etc.

Habitat

Description générale

Les habitats très favorables sont, par exemple, les pelouses rases et pionnières, ménageant de nombreuses lacunes dans le couvert, bien humectées en hiver et au printemps, à dessiccation estivale poussée. La nature physique du substrat est importante. Les *Riccia* nécessitent des supports stabilisés et relativement compactés d'une part, et présentant une certaine capacité de rétention d'eau d'autre part. Les sables, les limons et les argiles (ou

substrats mixtes) sont, à ce titre, les substrats les plus favorables. Les biotopes à *Riccia* sont souvent situés à proximité des mares temporaires mais non véritablement au niveau topographique le plus bas. D'une manière générale, on constate que les *Riccia* des mares et ruisseaux temporaires sont liés aux associations* de niveau topographique moyen. Ils se situent de préférence au niveau des populations humectées par capillarité ou à émergence plus précoce, par exemple dans les populations d' *Isoetes duriei*. Les espèces vasculaires généralement associées sont majoritairement des petites annuelles (par exemple les *Juncus* nains, *Radiola linoides*, *Laurentia michelii*, *Aira capillaris*, *Crassula vaillantii*, *Lythrum thymifolium*, *Lotus angustissimus*, etc.).

Directive Habitats

Les groupements riches en *Riccia* peuvent globalement être intégrés aux "Mares temporaires méditerranéennes" (3170) ou aux "Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses de l'ouest méditerranéen à *Isoetes*" (3120), de façon très globale. Il convient de préciser que le statut sociologique des hépatiques telles que les *Riccia* au sein des groupements vasculaires est généralement complexe et ne peut être simplement exprimé par le biais de tels codes.

CORINE Biotopes

Ces groupements à *Riccia* peuvent se placer dans :
22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*), en particulier

22.341 Petits gazons méditerranéens (*Isoetion*)

Phytosociologie*

Les relations des hépatiques avec les groupements vasculaires sont souvent complexes. Les hépatiques et les Bryophytes* en général sont des végétaux très fugaces et délicats dont les populations (et donc les groupements qu'elles constituent) sont soumises à de grandes variations dans l'espace et dans le temps. Les groupements sont souvent fragmentaires à l'échelle d'une station, où leur apparition est fréquemment liée aux ouvertures de la strate herbacée.

Certains auteurs^{21, 319} considéraient les *Riccia* comme caractéristiques au niveau de l'alliance collective de l'*Isoetion*. Barbéro²¹ puis Hébrard¹⁷¹ quant à eux, soulignent l'étroitesse des liens sociologiques qui unissent les groupements à hépatiques (*Riccia* en particulier) et les groupements vasculaires de l'*Isoetion*, mais remarquent également qu'il est très délicat de se prononcer sur la véritable appartenance sociologique des Bryophytes. Hébrard¹⁷¹ mentionne en outre des cas de transgressions très nettes des groupements bryologiques typiques des biotopes temporairement humides parmi les formations à cistes, lorsque l'humidité édaphique est suffisante.

Le *Campylopetum introflexi* Hébrard¹⁷¹ est une association regroupant les bryophytes des surfaces tabulaires suintantes de Provence cristalline, dans laquelle les *Riccia* sont considérés comme des espèces compagnes.

Le *Riccietum crustatae* est une autre association circum-méditerranéenne, bien représentée en Espagne, caractéristique des sols humides et salés à forte dessiccation estivale³²⁶. La plupart des *Riccia* ne supporte cependant pas la présence de sel dans le substrat.

On voit que la caractérisation phytosociologique des communautés bryologiques impliquant les *Riccia* n'en est qu'à ses débuts et qu'un important travail de description reste à effectuer.

Ecologie

Les *Riccia* sont des espèces hygrophiles* temporaires, héliophiles*, thermophiles et terricoles. Les exigences écologiques propres des espèces montrent cependant d'importantes divergences par rapport à ce schéma général. Il existe des espèces indifférentes à la nature chimique du substrat tandis que d'autres sont nettement calcicoles ou silicicoles.

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Généralement hépatico-thérophyte. Espèces annuelles ou vivaces. Les espèces réputées annuelles peuvent également présenter des phénomènes de reviviscence après la saison sèche par reprise de l'activité du méristème apical ou parfois du thalle complet. Il est possible de constater la reprise d'activité de méristèmes de *Riccia* laissés en herbier pendant plus de dix ans, ce qui illustre bien leurs facultés de régénération !

Stratégie adaptative (sensu Daring¹²⁶)

- Type "a", correspondant à des "annuelles itinérantes": durée de vie inférieure à un an, spores grosses et produites en assez faible quantité ; effort reproductif important.
- Plus rarement type "s", correspondant à des "vivaces (quelques années au maximum) itinérantes" : vivaces à durée de vie courte, à effort reproductif important et spores assez grosses peu nombreuses.

Reproduction

La fécondation nécessite un film d'eau à la surface des thalles voire du substrat ; la maturation des spores s'effectue pendant la saison humide et peut se poursuivre au début de la saison sèche. La production des spores est donc aérienne.

Spores

Elles sont généralement assez grosses (de l'ordre de 100 µm) et lourdes, et se déplacent préférentiellement au gré des migrations animales (oiseaux, mammifères, déplacements humains, etc.), mais également des courants d'eau dans certains cas. La dispersion par anémochorie*³⁴⁹ semble moins importante et plus aléatoire. Les spores présentent, dans la majorité des cas, une ornementation qui pourrait faciliter leur accrochage aux vecteurs, bien que cette hypothèse n'ait pas reçu de confirmation expérimentale. Les fragments de thalles ou les propagules* (très rares) peuvent également être véhiculés par les animaux.

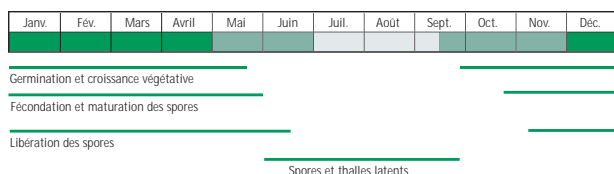
Cycle biologique

Les *Riccia* sont capables de réaliser la totalité de leur cycle biologique très rapidement suite à l'apparition de l'eau dans le substrat (pluie, ruissellement) ou simplement sur le thalle (condensation, rosée nocturne, etc.) ce qui leur permet d'éviter la période la plus sèche. Ils sont cependant capables de tolérer, dans une certaine mesure, la rigueur des mois les plus secs, par la suppression de toute activité physiologique couplée à un repli longitudinal extrême du thalle, et en produisant des spores à paroi très résistante et à pouvoir germinatif très long.

La phase active commence par la germination des spores qui s'effectue dès les premières pluies d'automne. Le développement des thalles se produit durant l'ensemble de la saison humide. La production des gamètes peut intervenir très rapidement après la germination (quelques semaines pour les espèces les plus rapides)

Les mares temporaires méditerranéennes

mais peut également se poursuivre jusqu'au début de la saison sèche de l'année suivante. Les spores sont libérées par décomposition des parties anciennes des thalles au fur et à mesure de la croissance apicale des lobes. La dessiccation totale du substrat et des thalles entraîne la disparition virtuelle des *Riccia* et la libération de la totalité des spores produites ; la phase de latence commence alors, par la persistance, dans le substrat, des spores qui peuvent présenter des phénomènes de dormance.



Conditions environnementales

Hydrologie

Un substrat très humide est nécessaire au début du cycle mais, pour la plupart des espèces, l'inondation ne doit pas se prolonger trop longtemps.

Substrat

Les substrats plus ou moins compactés sont très nettement favorisés qu'ils soient sableux, argileux ou limoneux. La terra rossa*, les alluvions plus ou moins vaseuses, etc., sont également des supports potentiels.

Compétition interspécifique

Toutes les espèces sont pionnières et supportent très difficilement la concurrence d'autres bryophytes plus sociales et encore plus difficilement la présence de plantes vasculaires vivaces qui les éliminent assez facilement.

Impact des perturbations

Les principales perturbations (le "labourage" du substrat par les sangliers, le piétinement par les bovins et les humains) peuvent avoir un impact positif, par suite de l'élimination des végétaux de taille supérieure, de la destruction de la litière de ces végétaux et de l'ouverture de la strate herbacée par création de plages nues ("tonsures") très favorables aux *Riccia*.

Température

Toutes les espèces sont thermophiles.

Lumière

Toutes les espèces sont héliophiles, mais un très léger ombrage qui atténue la violence de la radiation solaire peut être un élément positif dans les régions les plus chaudes du Bassin méditerranéen.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

La presque totalité des mares et ruisseaux temporaires de France sont colonisés par les *Riccia*. Certaines espèces rares sont cependant très localisées.

Les mares et ruisseaux temporaires des pays du pourtour de la Méditerranée sont également riches en *Riccia*. Le nombre de sites est impossible à estimer mais est probablement très élevé. L'Espagne, l'Algérie, le Maroc sont particulièrement riches en hépatiques de ce genre.

Etat de conservation

L'état de conservation des populations de *Riccia* est intimement lié à la santé générale des biotopes temporairement humides. Ces hépatiques ont subi une grande régression suite à la disparition de nombreux biotopes de mares temporaires.

A Malte, *Riccia melitensis* était connu dans une localité, où il n'a jamais été revu depuis sa découverte³⁴⁴.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	- Europe, livre rouge des Bryophytes ¹²⁸ : <i>Riccia crustata</i> : "en danger" (E) <i>R. frostii</i> : "rare" (R) <i>R. huebeneriana</i> : "rare" (R) <i>R. ligula</i> : "rare" (R) <i>R. melitensis</i> : "éteinte" (K) <i>R. perennis</i> : "rare" (R) <i>R. sommieri</i> : "rare" (R) <i>R. trabutiana</i> : "rare" (R) - France, livre rouge de la bryoflore (en projet) ¹⁰⁵ : <i>Riccia crustata</i> <i>R. ligula</i>

D'autres espèces de ce genre sont localement rares à très rares, mais ne sont pas incluses dans les listes de protection du fait de leur méconnaissance.

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Toutes les menaces qui pèsent sur les biotopes de mares et ruisseaux temporaires du pourtour de la Méditerranée pèsent également, par voie de conséquence, sur les populations d'hépatiques du genre *Riccia*. L'urbanisation, le comblement par déblais, le drainage et la mise en valeur agricole, etc., conduisent de façon irréversible à la perte du patrimoine "ricciologique".

Facteurs naturels

L'absence de facteurs de perturbation de la végétation et la fermeture des milieux naturels provoquent, à terme, la disparition des hépatiques pionnières. La perte du caractère temporaire des mares, par comblement ou perturbation du réseau hydrologique est très défavorable aux *Riccia* car cela permet la prolifération d'espèces de bryophytes hygrophiles banales et beaucoup plus compétitives (espèces pleurocarpes*, généralement). Cependant, la présence dans le substrat de spores à l'état de vie ralentie est un facteur positif dans le rétablissement des populations suite à une réouverture du milieu.

Risques d'extinction liés aux populations

D'importants échanges ont probablement lieu entre sites voisins ou éloignés, mais dans ce domaine aucune étude expérimentale ne vient étayer les suppositions.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Les sites de Roque-Haute, du massif et de la plaine des Maures sont inclus dans des périmètres Natura 2000* (respectivement n° fr 9101430 et n° fr 9301622), qui devraient permettre de porter une attention particulière à la conservation des mares temporaires et de leurs espèces.

Le site de Roque-Haute bénéficie en outre du statut réglementaire de Réserve Naturelle, inappliqué actuellement en raison de l'interdiction d'accès faite au gestionnaire par les propriétaires.

Recommandations

- Favoriser une meilleure connaissance de la distribution des espèces (prospections et inventaires) et sensibiliser les gestionnaires.
- Maintenir intact le réseau hydrologique (fonctionnement hydrologique et qualité de l'eau).

- Favoriser la permanence d'activités agricoles extensives générant des perturbations modérées, ou d'opérations de gestion raisonnée similaires. Le pâturage extensif peut être favorable dans les stations trop évoluées du point de vue de la végétation vasculaire. L'apport de matière organique en excès doit cependant être surveillé.

Références bibliographiques

Anonyme, 1999¹² ; Barbero, 1965²¹ ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Deperiers-Robbe, 2000¹⁰⁵ ; Dierssen, 2001¹¹⁸ ; During, 1979¹²⁶ ; ECCB, 1995¹²⁸ ; Hébrard, 1970¹⁷¹ ; Jovet-Ast, 1986¹⁹³ ; Rivas-Goday, 1970³¹⁹ ; Ros & Guerra, 1987³²⁶ ; Schembri & Sultana, 1989³⁴⁴ ; Schuster, 1992³⁴⁹.

Auteur : Hugonnot V.

Collaborateur : Hébrard J. P.

Riella helicophylla (Bory & Mont.) Mont.

MARCHANTIOPSIDA
RIELLACEAE

Principaux synonymes

Duriaea helicophylla Bory et Mont. (basionyme*)

Nom français : Riella à thalle hélicoïde

Noms anglais : Liverwort, Riella (noms du genre)

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Hépatique aromatique (odeur assez proche de la coriandre, parfois forte) aquatique, mesurant jusqu'à 3 cm de hauteur mais souvent beaucoup plus petite, annuelle, à tissu mou, formée d'un thalle dressé, composé d'un axe principal portant d'un côté une aile membraneuse monostrate (une seule couche de cellules) plus ou moins ondulée et de l'autre de petites écailles lancéolées. Aile plus ou moins hélicoïde, très fragile, et se trouvant, le plus souvent, réduite à l'état de fragments peu reconnaissables, du fait de perturbations diverses et de la prédation par des invertébrés phytophages.

- Thalle ancré dans le substrat grâce à de nombreux rhizoïdes* insérés à la base (plante apparaissant délicatement posée sur le substrat).

- Espèce dioïque dont les plantes mâles portent des anthéridies* très petites, disposées en rang sur la marge de l'aile membraneuse du thalle.

- Plantes femelles portant à maturité, au sommet du thalle, des capsules* en forme de bouteille, pédicellées mais sans soie, indéhiscentes, protégées par un involucre membraneux, papilleux, dépourvu d'aile (caractéristique du sous-genre *Riella*).

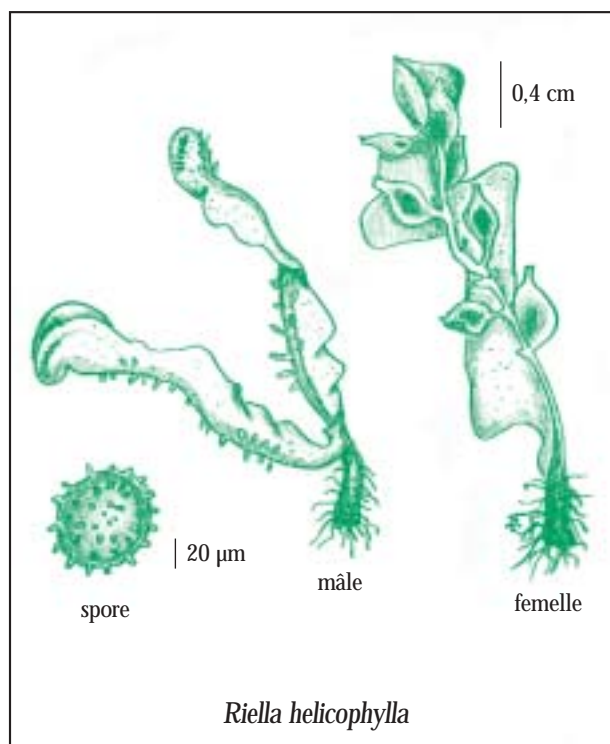
- Spores libérées à la décomposition de la paroi de la capsule et mesurant 70 à 95 µm de diamètre, à surface lisse à faiblement granuleuse, hérissée de nombreuses grandes "épines" (6 à 10 µm de longueur) tronquées et élargies au sommet. Pas d'élatères* parmi les spores.

Le sporophyte (capsule), normalement attaché au gamétophyte*, peut présenter une certaine indépendance vis-à-vis de ce dernier (thalle), lorsque des conditions défavorables (sécheresse, prédation, etc.) conduisent à sa disparition prématurée. Le sporophyte continue alors à se développer de façon totalement indépendante, ce qui est un cas très rare, sinon unique, chez les Bryophytes*.

La formation de propagules unistrates, à croissance indéterminée, différenciées au niveau du méristème apical, est rapportée. Ces propagules, contrairement aux spores, ne présentent pas de dormance et sont donc capables de croître immédiatement après leur libération.

Espèces proches

Confusion possible sur le terrain avec toutes les autres espèces du genre. La détermination passe obligatoirement par une analyse poussée à l'aide d'un appareillage optique approprié. Le matériel stérile est pratiquement impossible à déterminer spécifiquement. Les sporophytes mûrs doivent donc être recherchés sur le terrain au sein de la population. Les mélanges d'espèces sont, de plus, relativement fréquents.



Les espèces du sous-genre *Trabutiella* (*Riella affinis* M. Howe et Underw. et *R. cossoniana* Trab.) se distinguent assez facilement de *R. helicophylla* par leur involucre ailé longitudinalement.

R. notarisii (Mont.) Mont. est monoïque (caractère d'appréciation souvent délicat) et possède des spores à surface rugueuse et à épines plus courtes (4 à 5 µm).

R. parisii Gottsche possède des spores beaucoup plus petites (environ 60 µm), à épines plus courtes (5 à 6 µm) et non élargies à l'apex. *R. numidica* Trab. présente également des petites spores d'environ 60 à 70 µm.

R. bialata Trab. présente une aile dédoublée.

Les espèces du genre *Riella* sont relativement mal connues d'un point de vue taxonomique. Une grande confusion règne dans la nomenclature au sujet de divers taxons*. Une révision complète et mondiale du genre semble indispensable pour clarifier les nombreux points qui restent obscurs.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

Espèce endémique* du Bassin méditerranéen.

Espèce rarissime en France, uniquement dans l'Hérault, connue de deux localités proches l'une de l'autre :

- Localité de Notre-Dame de l'Agenouillade (Agde) découverte récemment en 2001³⁵³, localité qui persiste encore aujourd'hui.
- Station des abords de l'étang de Thau (Marseillan) découverte en 1966¹²⁴ et très probablement disparue suite à l'apparition d'une immense décharge exactement sur la localité.

Autres pays méditerranéens

Espèce présente dans la péninsule ibérique (Espagne et Portugal) et aux Baléares, à Malte²⁰⁶, bien représentée au Maghreb (Algérie, Tunisie), et présente au Proche-Orient (Israël).

Habitat**Description générale**

Les caractères écologiques essentiels pour l'épanouissement des populations de *Riella helicophylla* sont :

- Une pièce d'eau temporaire (dessiccation prolongée).
- Des eaux claires et relativement peu profondes.
- Un sol dénudé ou à couvert végétal faible.

Les habitats les plus favorables répondant à ces critères sont donc de deux types :

- Les mares temporaires, lacs, estuaires, etc. d'eau salée à sursalée ou saumâtre (France, Espagne, Afrique du Nord).
- Eventuellement, les mares temporaires d'eaux douce (France).

Le substrat vaseux, sableux ou argileux est fréquemment riche en bases* (pH* variant de 7 à 8,5 environ).

La profondeur des pièces d'eau semble avoir une grande importance : souvent très faible (quelques centimètres) et au maximum d'1 mètre.

En Espagne, *R. helicophylla* a été récolté dans des eaux de salinité et de composition chimique très variable. La salinité (total des solides dissous) varie d'environ deux à presque 190 g/l, bien que l'espèce se développe préférentiellement dans des eaux typiquement supérieures à 10 g/l^{77, 78, 189}. L'évaporation constante dans certains sites permet la formation de croûtes salines en surface. *R. helicophylla* semble affectionner particulièrement les eaux chlorées-sodiques bien qu'il colonise également des eaux sulfatées-magnésiques. Les eaux dans lesquelles elle se développe sont soumises à des variations de salinité considérables dans une année et aussi d'une année à l'autre, suivant les précipitations, le ruissellement, l'évaporation, etc.

Espèces compagnes

Les espèces le plus fréquemment associées à *Riella helicophylla* sont d'autres espèces du genre *Riella* (en particulier *R. cossoniana* et *R. notarisii*), des plantes vasculaires aquatiques (*Ruppia* spp., *Aithenia* spp., *Potamogeton* spp.) des Characées (*Chara galioides*, *C. canescens*, etc., *Tolypella* spp., *Lamprothamnium* spp.), rarement des Bryophytes (*Leptodictyum riparium*, *Drepanocladus aduncus*, etc.), des algues vertes (*Ulothrix* spp., *Enteromorpha* spp., etc.), des Cyanophycées (*Microcoleus*, *Lyngbya*, etc.) et des bactéries sulfureuses. Lorsque le substrat se trouve complètement desséché, la végétation change alors d'aspect avec l'apparition fréquente d'un cortège d'espèces vasculaires et bryophytiques plus ou moins xérophiles. A noter que *Riella* ne disparaît vraiment que quand le substrat est complètement desséché.

Directive Habitats

La solution la plus simple est d'intégrer le groupement à *Riella helicophylla* au code 3170 sous l'appellation globale "mares temporaires méditerranéennes" pour les communautés dulçaquicoles*. En revanche les communautés subhalophiles et halophiles* pourraient entrer dans le code 1150 sous l'appellation "Lagunes", voire dans le code 1160 "Grandes criques et baies peu profondes".

Dans la mesure où ces codes ne tiennent pas compte, à l'origine, des communautés bryophytiques associées, il convient d'expliquer en détail le rattachement à l'un ou l'autre des codes proposés, afin d'éviter toute ambiguïté ou confusion.

CORINE Biotopes

Les codes CORINE les plus appropriés semblent :

- Pour les communautés dulçaquicoles :
22.34 Groupements amphibies méditerranéens
- Pour les végétations halophiles :
11.4 Herbiers des eaux saumâtres

Phytosociologie*

Les groupements à *Riella helicophylla* sont aujourd'hui intégrés dans la classe des *Rielletea helicophyllae*, ordre des *Rielletalia helicophyllae*, alliance du *Riellion helicophyllae*, association* du *Rielletum helicophyllae*⁷⁸. Ces végétations représentent un voile transitoire d'espèces hyper-spécialisées dans la colonisation d'un biotope temporaire très contraignant, au stade où d'autres groupements, dominés par des groupes d'espèces différents (*Charetea*, *Potametea*, *Ruppietea*, *Isoeto-Nanojuncetea*, etc.), sont absents ou à un stade de développement embryonnaire.

Ecologie

Rappelons que *Riella helicophylla* apparaît comme une espèce basiphile*, halotolérante* capable de supporter les eaux sursalées, héliophile et pionnière.

Caractéristiques biologiques**Type biologique**

Hépatico-hydro-thérophyte. Espèce annuelle (pouvant vivre plus d'une année en culture si la submersion est permanente).

Stratégie adaptative (sensu During¹²⁶)

Type "a", c'est-à-dire "annuelle itinérante" (= durée de vie inférieure à un an, spores grosses et produites en assez faible quantité ; effort reproductif important).

Reproduction

Maturation des spores aquatiques puis aérienne ; libération aérienne. Spores présentant une dormance et capables de conserver leur pouvoir germinatif pendant au moins trois ans.

Germination

Elle est maximale à des taux de sels bas tandis que la croissance du thalle est meilleure à des salinités supérieures.

Dispersion des spores

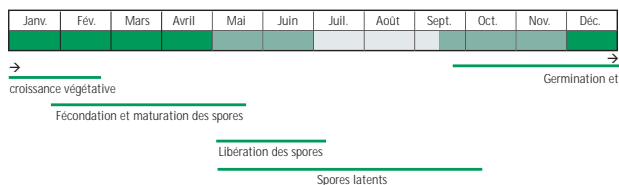
Dispersion par des oiseaux aquatiques (échassiers, palmipèdes), parfois migrants, par ornithochorie* externe et interne. Cette dernière modalité est favorisée par la présence de très nombreuses épines sur les spores. L'anémochorie* semble ne jamais avoir été rapportée.

Cycle biologique

La germination des spores intervient après les premières pluies d'automne, suivie du développement lent du gamétophyte durant l'hiver et le début de printemps. Les spores sont libérées aux environs du mois de mai et constituent la forme de résistance pendant l'assèchement estival. Lorsque les conditions écologiques

Les mares temporaires méditerranéennes

sont favorables, il est possible d'assister à de véritables explosions démographiques de cette espèce qui devient alors exclusive et atteint des recouvrements de l'ordre de 100 %.



Conditions environnementales

Hydrologie

- Les profondeurs d'eau optimales sont comprises entre quelques centimètres et quelques dizaines de centimètres.
- Le maintien de l'espèce est intimement lié au régime annuel d'inondation/assèchement. Une perturbation du fonctionnement hydrologique, un décalage dans l'apparition des précipitations ou une pluviométrie annuelle trop faible peuvent considérablement gêner voire empêcher le développement de l'espèce une ou plusieurs années de suite (éclipses).
- La qualité de l'eau est importante, surtout la salinité. *Riella helicophylla* semble être une halotolérante* nullement obligatoire mais, étant très peu concurrentielle, elle trouve dans les eaux salées des conditions qui lui permettent de s'exprimer sans concurrence ou presque.
- L'espèce pourrait tolérer une certaine eutrophisation* du substrat et de l'eau.

Impact des perturbations

Les facteurs de perturbation climatiques (orages, gelées, etc.), anthropiques (piétinement, labour, etc.) ou d'origine animale (pâturage, perturbation du substrat, etc.) peuvent être favorables dans la mesure où ils rétablissent des surfaces pionnières à condition qu'ils s'exercent pendant la période sèche (c'est-à-dire après la maturation des spores).

Compétition interspécifique

L'évolution naturelle conduit inéluctablement à la disparition des groupements pionniers à *Riella helicophylla* sous la pression grandissante des végétaux vasculaires et des algues, par augmentation de la biomasse* et du recouvrement au sol impliquant une compétition accrue pour la lumière et les autres facteurs vitaux. *R. helicophylla* ne supporte pas la concurrence des autres végétaux.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Un seul site en France ; nombreux sites en Espagne, répartis dans 13 provinces⁷⁹ ; quelques sites en Afrique du Nord.

Les populations semblent stables voire en expansion en Espagne et au Maghreb, mais sont très menacées en France sous la pression du développement urbain aux environs d'Agde.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	-
Convention de Berne	Espèce strictement protégée (Annexe I)
Directive Habitats	Annexe II
Protections nationales et régionales	- Malte : espèce protégée depuis 1993 ²⁰⁶
Livres et listes rouges	- Europe, livre rouge des Bryophytes ¹²⁸ : "en danger" (E) - France, livre rouge national (en projet) ¹⁰⁵

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

L'urbanisation de la périphérie des villes comme Agde, Tunis ou encore Alger représente une menace essentielle. Le comblement des mares par déblai est à surveiller, en particulier sur le site de Notre-Dame de l'Agenouillade (Hérault, France). Les dépôts d'ordures sauvages et les décharges autorisées à grande échelle entraînent une disparition irréversible de l'espèce.

Facteurs naturels

La dynamique de la végétation conduit inexorablement à la disparition spontanée des taxons* pionniers comme *Riella helicophylla*, par augmentation des phénomènes de compétition au sein du tapis végétal. Les végétaux de grande taille aux abords des mares (*Tamarix* sp., *Phyllirea* sp., etc.) constituent en outre un facteur défavorable au stationnement d'oiseaux (Anatidés en particulier) susceptibles de véhiculer des spores d'un site à l'autre. Cette réduction de l'"accessibilité" de certains sites est éminemment préjudiciable au maintien de métapopulations* fonctionnelles. En outre, la fréquence des années sèches pourrait expliquer une diminution voire une extinction de l'espèce dans certaines de ces stations. En effet, un minimum d'humidité suffit à déclencher la germination des spores latentes mais une quantité d'eau suffisante est absolument requise pour boucler le cycle et produire des spores pour une nouvelle génération. Plusieurs années sèches peuvent ainsi épuiser un stock de spores assez faible.

Risques liés aux populations

Les risques d'extinction sont grands étant donné la faiblesse des effectifs dans la station de Notre-Dame de l'Agenouillade (Hérault, France). L'isolement des populations françaises par rapport aux populations nord-africaines et espagnoles et leur faible superficie sont un facteur de risque supplémentaire.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Aucune mesure de gestion particulière ne semble actuellement s'appliquer aux sites abritant *Riella helicophylla*.

En France, le site de Notre-Dame de l'Agenouillade, est inclus :

- Dans le projet européen LIFE "Mares Temporaires", qui a permis de mettre en œuvre une procédure de maîtrise foncière, des suivis hydrologiques et des protocoles de suivis de la végétation des mares.
- Dans un périmètre Natura 2000* (site fr 9101416), qui devrait permettre la préservation des facteurs environnementaux favorables à la conservation de cette espèce.

Recommandations

- Un effort de prospection important devrait être consenti afin de localiser d'éventuels nouveaux foyers de populations, en France en particulier.
- Toutes les mesures de gestion visant à maintenir ou à restaurer le caractère pionnier des mares et des alentours des mares, telles que le pâturage raisonné et le débroussaillage, sont à encourager, en particulier dans les sites où ces activités ont été abandonnées.
- La protection intégrale des biotopes (maîtrise foncière, etc.) est à atteindre afin d'empêcher tout projet d'urbanisation destructeur.
- Les dépôts d'ordures, le remblaiement et le tourisme sauvage doivent être strictement proscrits.

Références bibliographiques

Aboucaya *et al.*, 2002² ; Anonyme, 1999¹² ; Bissardon & Guibal, 1997³⁹ ; Cirujano *et al.*, 1988⁷⁷ ; Cirujano *et al.*, 1992⁷⁹ ; Cirujano *et al.*, 1993⁷⁸ ; Deperiers-Robbe, 2000¹⁰⁵ ; Dierssen, 2001¹¹⁸ ; Dubois & Héban, 1968¹²⁴ ; During, 1979¹²⁶ ; ECCB, 1995¹²⁸ ; Jelenc, 1955¹⁸⁹, 1957¹⁹⁰ ; Lanfranco & Lanfranco, 1999²⁰⁶ ; Proctor, 1961³⁰¹ ; Skrzypczak, 2001³⁵³ ; Trabut, 1891³⁸³ ; Trabut, 1942³⁸⁴.

Auteur : Hugonnot V.

Collaborateur : Hébrard J. P.

Teucrium aristatum Perez Lara

ANGIOSPERMES

LAMIACEAE

Principaux synonymes

T. cravense Molinier & Tallon

Noms français : Germandrée de Crau, Germandrée aristée

Nom anglais : Germander (nom du genre)

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

- Petite plante annuelle de 1 à 2 dm, à racine grêle, pivotante.
- Tige de section carrée, dressée, ordinairement rameuse presque dès la base ; rameaux étalés-dressés.
- Feuilles pennatilobées*, à lobes larges, courts et obtus, caduques à partir de la floraison.
- Fleurs gémées, brièvement pédonculées. Lobes du calice étalés dressés, prolongés en arête. Corolle villose extérieurement, bleu lavande avec une tache bleu foncée en forme de "V" à la base interne du lobe antérieur médian ; lobes postérieurs striés de pourpre intérieurement.
- Fruits : chaque fleur donne quatre akènes après fécondation.

Espèces proches

Teucrium campanulatum L. est une espèce des sols argileux humides et des dépressions inondables d'Afrique du Nord, d'Espagne et d'Italie méridionale : c'est une plante pérenne* à tiges souvent radicales (et non une annuelle à tiges dressées), à calice plus court et davantage évasé que celui de *T. aristatum*, et à fleurs blanchâtres et non bleu lavande.

Distribution-Ecologie

Distribution/Répartition

Espèce endémique ibéro-provençale.

France

Crau d'Arles dans les Bouches-du-Rhône.

Autres pays méditerranéens

Uniquement en Espagne, où elle est anciennement connue (depuis plus de 100 ans) dans trois provinces du sud-ouest (Huelva, Cadix et Sevilla)¹⁷⁷ (Medina, com. pers.), et où elle a été découverte en 2002 dans le centre du pays (Morales, com. pers.).

Habitat

Description générale

En France, la Germandrée de Crau occupe les bordures d'une cuvette argileuse installée sur le poudingue de Crau, dont les eaux sont légèrement calcaires²⁵².

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (Code 3170).



CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

Phytosociologie*

En Crau la végétation de la mare de Lanau est rattachée à une association* particulière^{215, 252} :

Ordre *Nanocyperetalia*

Alliance *Lythron tribracteati*

Association à *Lythrum tribracteatum* et *Teucrium aristatum*^{215, 252}.

Sur ce site, l'espèce participe également à l'alliance du *Deschampsion mediae*.

Espèces compagnes

Les espèces associées à *Teucrium aristatum* en France, sont : *Lythrum tribracteatum*, *L. thymifolium*, *Mentha pulegium*, *Achillea ageratum*, *Deschampsia media*, *Herniaria glabra*, *Polygonum aviculare* subsp. *depressum*, *Damasonium polyspermum*.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Type biologique

Thérophyte* (espèce annuelle).

Reproduction

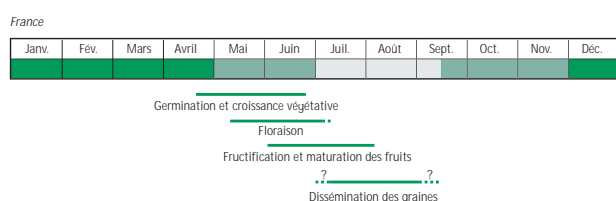
Aérienne : les organes floraux ainsi que les fruits se développent hors de l'eau.

Semences

Akènes obovales-oblongs (2 mm x 1,1 mm), glanduleux, arrondis et densément pourvus au sommet de poils très courts arqués.

Cycle biologique

Germination des graines après l'exondation sur sol très humide (en mai en France). La floraison intervient en fin de printemps (juin) sur un substrat desséché, suivie par la maturation des fruits et la dissémination des graines durant l'été.



Conditions environnementales

Hydrologie

La Germandrée de Crau est plutôt une espèce de périphérie de mares, qui nécessite une courte période de submersion pour se développer. Il est probable que la saturation en eau du sédiment à une période donnée (fin avril ou mai) déclenche la germination.

Substrat

En France, sol limono-argileux, pauvre en calcaire et oligotrophe*.

Compétition interspécifique

Très sensible à la compétition avec les herbacées vivaces.

Impact des perturbations

Les perturbations (pâturage, piétinement) sont favorables à cette espèce héliophile*, car elles limitent le recouvrement par les graminées vivaces. Sur les parties plus hautes de la mare de Lanau, la Germandrée s'observe, le plus souvent, sur des plaques de sol dénudées : reposoirs, sentier de vaches, trous de sabots, anciens fossés, où elle forme de petits peuplements denses.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

France

Un seul site est connu, la mare de Lanau en Crau (Bouches-du-Rhône). Malgré de grandes fluctuations interannuelles, cette population est régulièrement observée depuis sa découverte en 1946, et n'est actuellement pas en danger. La diminution temporaire du pâturage sur ce site semble avoir sensiblement réduit la taille de la population exprimée, qui est en cours de rétablissement.

Espagne

L'espèce y est très rare, à distribution très étroite (dans les provinces de Cadix, Sevilla, Huelva), mais quelques nouvelles stations ont été découvertes en 2002 dans le centre du pays.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN 1997	Monde : "rare" (R) - France : "en danger" (E) - Espagne : "rare" (R)
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 20/01/1982, J.O. du 13/05/1982, modifié par l'arrêté du 31/08/1995, J.O. du 17/10/1995
Livres et listes rouges	- France, livre national : espèce prioritaire ²⁷⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

L'acquisition du site abritant la seule population française par le CEEP a permis de soustraire la mare à d'éventuelles menaces de destruction de l'habitat, et de réhabiliter une gestion favorable à cette espèce.

Facteurs naturels

Cette espèce est très sensible à la concurrence avec les espèces vivaces couvrantes (*Carex divisa*, *Agrostis stolonifera*, etc.). Vers la fin des années 1990, elle avait disparu d'une partie de la mare de Lanau où l'arrêt du pâturage avait favorisé une forte dynamique des graminées vivaces, alors qu'elle s'est toujours maintenue dans la partie pâturée de la mare.

Risques liés aux populations

Le caractère unique de la population (très isolée) entraîne un risque potentiel d'extinction élevé au niveau du site.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

France

- Le CEEP est devenu propriétaire et gestionnaire du site en 1998, grâce au soutien financier de "Réseau ferré de France", dans le cadre d'une mesure compensatoire liée au passage de la LGV Méditerranée (Ligne ferroviaire à Grande Vitesse).
- Le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles réalise une surveillance régulière des populations de Germandrée et des autres espèces rares du site.
- Des graines ont été récoltées et sont conservées *ex-situ* par le Conservatoire Botanique.
- Une expérimentation de gestion par le pâturage, menée par la Station Biologique de la Tour du Valat, est en cours depuis 2001. Les premiers résultats montrent une forte progression en 2002 et 2003 de *Teucrium aristatum* dans les secteurs pâturés (voir Vol. 1, encadré 49).

Espagne

L'espèce et les sites qui l'abritent ne font pas l'objet de mesures particulières de protection ou de gestion (Medina, com. pers.)

Recommandations

France

Etudier le fonctionnement hydrologique du site et en prévenir toute perturbation.

Maintenir le pâturage (ovin autrefois, bovin aujourd'hui), favorable à l'expression des espèces annuelles comme la Germandrée de Crau.

Etudier la biologie de la population de *Teucrium aristatum* notamment la phase clé du recrutement* printanier (écologie de la germination) et l'impact des perturbations naturelles et anthropiques.

Références bibliographiques

Devesa, 1987¹¹⁰ ; Loisel, 1976²¹⁵ ; Maire *et al.*, 1947^{232, 233} ; Molinier & Tallon, 1947²⁵² ; Molinier & Tallon, 1950-1951²⁵⁵ ; Olivier *et al.*, 1995²⁷⁴ ; Tutin & Wood, 1972³⁸⁵ ; Vivant, 1980³⁹⁷ ; Walter & Gillett, 1998³⁹⁹.

Auteur : Michaud H.

Collaborateurs : Grillas P. & N. Yavercovski

Imnadia yeyetta Hertzog, 1935

Classe : BRANCHIOPODES

Ordre : SPINICAUDATA

Famille : LIMNADIIDAE

Principaux synonymes

I. banatic Marincek & Petrov, 1982

I. cristata Marincek, 1972

I. panonica Marincek & Petrov, 1984

I. voitestii Botnariuc & Orghidan, 1941⁴³

Nom français : aucun

Nom anglais : Clam shrimp (nom général des Spinicaudata)

Sous-espèces/variabilité

Aucune sous-espèce valide. Variabilité intra-spécifique plus ou moins marquée⁴³. En Yougoslavie, Marincek²³⁹ et Marincek & Petrov²³⁷ en ont fait plusieurs espèces toutes en synonymie avec *I. yeyetta*.

Description/Critères d'identification

Les Spinicaudata possèdent une carapace bivalve généralement striée, aplatie latéralement et protégeant le corps. Mais contrairement à de nombreux Spinicaudata, les *Cyzicus*, *Leptestheria*, etc., la carapace bivalve d'*Imnadia yeyetta* n'est pas striée sur toute sa surface : les valves sont lisses dans leur partie supérieure, autour du crochet (appelé "umbo"), alors que leur marge externe est finement striée.

Le dimorphisme sexuel est peu marqué : les mâles possèdent 17 paires de pattes tandis que les femelles n'en comptent que quatorze ; les mâles possèdent des pattes P₁ et P₂ préhensiles munies de structures appelées "claspers" leur permettant de maintenir la femelle par le bord de la carapace lors de l'accouplement ; les femelles ont les paires P₉ et P₁₀ modifiées en sortes de cylindres adhésifs pour agglutiner les œufs entre leur corps et leur carapace. Celle-ci, de couleur blanc jaunâtre à verdâtre, est légèrement transparente, et mesure de 11 à 12 mm au maximum. Les yeux sont sessiles*.

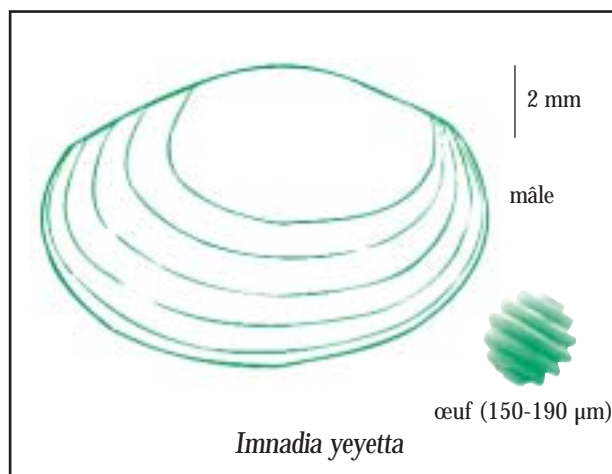
Espèces proches

La seule autre espèce de Spinicaudata possédant une carapace en partie lisse autour de l'umbo, est une espèce de la famille des Limnadiidae, *Limnadia lenticularis* (L., 1761), connue de l'île de France et de l'est de la France. Cette espèce est paléarctique : son aire de distribution couvre l'Europe centrale et septentrionale⁵². *L. lenticularis* est également présente en Italie.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

I. yeyetta est une espèce surtout présente en Europe centrale (Autriche, Slovaquie, Hongrie, Serbie et Roumanie). Dans la région méditerranéenne, elle est signalée dans le nord de la Grèce et dans l'ex-Yougoslavie⁵² ; en France, elle n'est présente que dans les Bouches-du-Rhône.



D'après Defaÿe et al.¹⁰²

Habitat

Description générale

I. yeyetta colonise des mares temporaires à eaux plutôt turbides du delta camarguais et de Crau. Sa présence correspond à un ensemencement des biotopes par des œufs de résistance portés par les oiseaux migrateurs assurant des trajets entre l'Europe centrale et le sud de l'Europe, comme les Anatidae, particulièrement abondants dans la région.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

Mare de Lanau (Crau), et mares temporaires de Camargue : 22.32 Gazons amphibies annuels méditerranéens (*Lythron tri-bracteati*)

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Alimentation

Espèce microphage* se nourrissant en filtrant l'eau et les sédiments. Régime alimentaire détritivore*.

Comportement

Espèce plutôt benthique*, vivant sur le sédiment ou partiellement enfouie dans les sédiments superficiels.

Description des œufs

Oeufs ovoïdes, d'une taille de 150 à 190 µm caractérisés par leur surface spiralée. Des confusions sont possibles avec des gyrogonites* (formes de résistance) de Characées qui se distinguent par la présence de 5 cellules apicales spiralées³⁵⁵.

Site et modalité de dépôt des œufs

Les œufs, regroupés sur l'abdomen de la femelle, sont rejetés dans l'eau lors de chaque mue. Leur distribution sur les sédiments dépend de la position de la femelle au moment de la mue, de l'influence des herbiers et des zones d'eau libre, mais aussi des vents, en particulier du mistral qui crée des mises en mouvements des eaux peu profondes par cellules de convection. La répartition des œufs peut donc être très variable selon les biotopes.

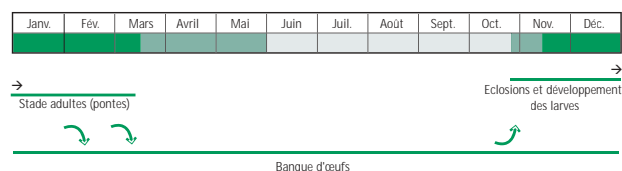
Les mares temporaires méditerranéennes

Longévité

La longévité peut être estimée à moins de huit semaines lorsque les conditions sont favorables (pas d'assèchement prématuré). Cependant, comme pour tous les Branchiopodes, elle est très variable en fonction de la température.

Cycle biologique

Le plus souvent, *I. yeyetta* est présente au printemps mais peut aussi se rencontrer en automne (novembre-décembre). Un cycle complet a été étudié en Camargue par Nourisson & Aguesse²⁷⁰. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 400 œufs à chaque ponte (la taille de la ponte dépend de l'âge de la femelle). Celle-ci se produit peu de temps après l'accouplement. La carapace chitineuse* à deux lobes apparaît rapidement, généralement au stade métanauplius*. Ce premier stade bivalve, nommé "heilophora", survient trois ou quatre mues après le stade nauplius*. La morphologie des stades larvaires a été étudiée par Eder¹²⁹. Contrairement à la plupart des Crustacés, et en particulier des Branchiopodes, la carapace n'est pas rejetée totalement lors des mues successives, ce qui conduit à l'apparition de stries de croissance³⁷⁴.



Conditions environnementales

Relations interspécifiques

I. yeyetta peut se rencontrer avec les Anostracés *Tanymastix stagnalis*, *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus* et/ou le Notostracé *Triops cancriformis*. Pour plus de données sur les conditions écologiques de coexistence de plusieurs espèces de Branchiopodes dans une mare temporaire sous climat méditerranéen, voir Thiéry³⁷³.

Exigences pour la reproduction

Pas de données.

Perturbations environnementales

Perturbations naturelles correspondant aux contraintes liées aux milieux à niveaux d'eaux fluctuants.

Principaux facteurs de la mortalité naturelle

Peu connu. Toutefois, comme pour la plupart des Branchiopodes, les individus évoluent en cohorte* dès la mise en eau³⁷¹, ce qui limite la coexistence avec les prédateurs (larves de Coléoptères et Hétéroptères Notonectidae, par exemple) qui ne colonisent le milieu que plusieurs semaines après la mise en eau (voir vol. 1, chapitre 3e). Notons toutefois qu'une possibilité de prédation, non quantifiée à ce jour, par des Plathelminthes *Rhabdocoel*, fréquents dans les milieux stagnants temporaires de Provence, pourrait intervenir (Thiéry, données originales). L'impact dû aux oiseaux est mal connu.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Nombre de sites

L'espèce n'est présente en France que dans le delta camarguais et en plaine de Crau (mare de Lanau). En Europe centrale *I. yeyetta* est assez largement distribuée⁵².

Populations

Les densités des populations sont assez faibles, avec une irrégularité dans les périodes d'éclotion et donc d'apparition.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Facteurs anthropiques

On ne dispose ni de donnée relative aux seuils de nuisance liés aux atteintes anthropiques, ni de donnée toxicologique. Les observations récentes (Thiéry, données originales) sont insuffisantes pour se prononcer.

Facteurs naturels

Pas de données.

Risques liés aux populations

Dans la mare de Lanau, la population semble assez stable, compte tenu de l'état de la banque d'œufs de résistance³⁵⁵ ; pas de données sur l'état des populations en Camargue centrale.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Dans les deux sites connus, situés dans des périmètres Natura 2000*, les populations semblent stables, et leurs biotopes hors d'atteinte de toutes pressions humaines. La mare de Lanau a été acquise par le CEEP en 1998, et les mares temporaires où vit cette espèce en Camargue bénéficient d'un statut de Réserve Naturelle (domaine de la Tour du Valat).

Recommandations

En l'état actuel des connaissances, on ne peut proposer aucune mesure de conservation. Seul le maintien des biotopes en l'état actuel est recommandé.

Références bibliographiques

AGRN-RH, 2000³ ; Anonyme, 1999¹² ; Botnariuc, 1947⁴³ ; Brtek & Thiéry, 1995⁵² ; Defaye *et al.*, 1998¹⁰² ; Eder, 2002¹²⁹ ; Hertzog, 1935¹⁷⁵ ; Marincek & Petrov, 1984²³⁷ ; Marincek, 1972²³⁹ ; Nourisson & Thiéry 1988²⁶⁹ ; Nourisson & Aguesse, 1961²⁷⁰ ; Soulié-Marsche & Thiéry, 1998³⁵⁵ ; Thiéry & Gasc, 1991³⁶⁵ ; Thiéry & Pont, 1987³⁶⁶ ; Thiéry, 1987³⁷¹, 1991³⁷³, 1996³⁷⁴ ; Thiéry *et al.*, 1995³⁷⁵.

Auteurs : Thiéry A. & T. Calvière

Lindieriella massaliensis Thiéry & Champeau, 1988³⁶⁴

Classe : BRANCHIOPODES
Ordre : ANOSTRACA
Famille : LINDERIELLIDAE

Principaux synonymes
Aucun

Nom français : Aucun

Sous-espèces/variabilité
Aucune sous-espèce.
Variabilité morphologique très faible ; variabilité génétique faible (Thiéry, données originales).

Description/Critères d'identification

Les Anostracés ont un corps allongé dépourvu de carapace et nagent en pleine eau sur le dos. Ils possèdent deux cerques* (furca) à l'extrémité de l'abdomen.

Lindieriella possède onze paires de pattes foliacées et deux cerques de couleur orangée portés par le dernier segment abdominal (telson).

Les mâles se distinguent des femelles par la morphologie des antennes : chez les mâles elles sont beaucoup plus développées, biarticulées et leur forme de pince leur permet de maintenir la femelle lors de l'accouplement. Les mâles possèdent deux hémipénis épineux ventraux à la base de l'abdomen (appareil génital). Les femelles, aux antennes plus courtes, ont, à maturité, un sac ovigère* en forme de cœur (bicolore bleu/marron) à la base de l'abdomen, dans lequel les œufs acquièrent leurs enveloppes externes. Les individus, de couleur crème verdâtre et transparents, mesurent, au maximum, entre 10 et 13 mm. Les femelles sont légèrement plus grandes que les mâles (dimorphisme morphologique).

Espèces proches

Pour le non-spécialiste, tous les Anostracés sont très proches morphologiquement, seule une clé de détermination^{102, 269} permet de les différencier. *Lindieriella massaliensis* ressemble à *Lindieriella* sp. d'Espagne ainsi qu'à *L. africana* peuplant les mares temporaires du Moyen Atlas au Maroc.

Distribution - Ecologie

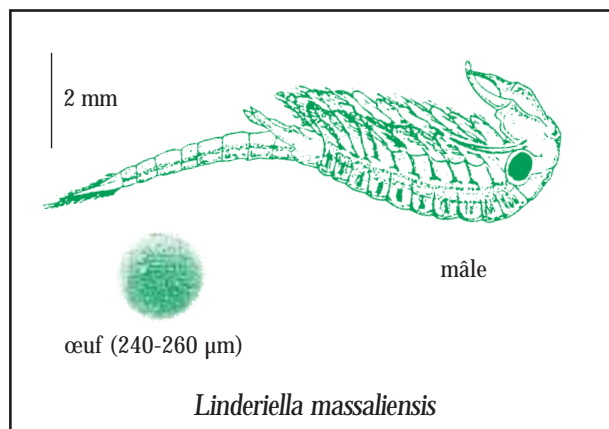
Distribution/Répartition

France

Espèce endémique du sud-est de la France (Var).

Biogéographie

Lindieriella massaliensis est une espèce vicariante* de l'espèce marocaine *L. africana* Thiéry 1986³⁷⁰ peuplant quelques dayas* (mares temporaires) du Moyen Atlas sur le plateau d'Azrou. Trois autres espèces vicariantes sont connues à ce jour : deux en Californie, *L. occidentalis* Dodds, 1923 et *L. santarosae* Thiéry & Fugate, 1994³⁶⁷, une en Espagne *Lindieriella* sp.⁷. L'ensemble de ces espèces représente un cas de spéciation radiative par fragmentation de l'aire de distribution d'une espèce "mère" au moment des ouvertures atlantique et de la Thétys.



Habitat

Description générale

Lindieriella massaliensis se trouve dans des mares temporaires inondées en automne et en hiver, comme le lac Redon. D'une façon générale, *L. massaliensis* occupe des mares d'origine karstique (poljés*, dolines), plus ou moins profondes. Les eaux sont peu turbides, peu minéralisées (température entre 5 et 20 °C, pH entre 7,2 et 8,4, C₂₀ entre 250 et 600 µS.cm⁻¹) et riches en microcrustacés (plus de 25 espèces de Cladocères et de Copépodes à Bonne Cougne).

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Preslion cervinae*)
22.32 Gazons amphibies annuels méridionaux (*Lythron tribracteati*)

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Alimentation

Lindieriella massaliensis, comme tous les Anostracés, est microphage* et se nourrit en filtrant les particules alimentaires en suspension dans l'eau (microplancton, microorganismes et matière organique), grâce à ses pattes munies de soies. Les Anostracés peuvent également fouiller les sédiments afin de remettre des particules en suspension.

Description des œufs

Les œufs sont exclusivement des œufs de résistance, sphériques et épineux. Ils ont un diamètre de 240 à 260 µm.

Longévité

Une génération (de l'éclosion à la disparition des adultes) peut durer, selon les conditions, trois à quatre mois au maximum.

Site et modalité de dépôt des œufs

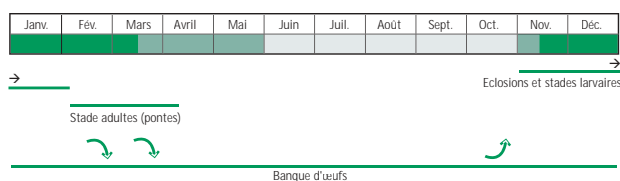
Les œufs sont expulsés par petits jets par les femelles et tombent sur le fond de façon aléatoire.

Les mares temporaires méditerranéennes

Cycle biologique

Bien que le stade nauplius* ne dure que quelques heures, la croissance est lente puisque les adultes ne sont présents que de février à mars (période de reproduction) alors que les œufs éclosent en automne, d'octobre à décembre. L'espèce disparaît des mares à la fin de l'hiver même si celles-ci restent en eau, généralement jusqu'en avril-mai.

Il existe peu de variabilité interannuelle de la phénologie. Comme pour la plupart des Anostracés, la population fonctionne en cohortes* (éclosion à la mise en eau, croissance synchrone des individus, mort).



Conditions environnementales

Relations interspécifiques

Linderiella massaliensis peut vivre seule (Petit Laucien, Var) ou se rencontrer avec *Lepidurus apus*, *Chirocephalus diaphanus* (lac Redon) et *Branchipus schaefferi*³⁷³.

Exigences pour la reproduction

L'espèce nécessite une inondation automnale et hivernale correspondant à son cycle biologique (eaux fraîches).

Perturbations environnementales

Un assèchement précoce de la mare, au mois de mars par exemple, ne nuit pas à l'espèce puisque les adultes sont présents dès le mois de février et ont pu débiter la reproduction. L'empoisonnement du lac de Bonne Cougne en 2001-2002 par des perches soleil (*Lepomis gibbosus*, espèce introduite des USA) a provoqué un effondrement de la population de *L. massaliensis* durant ce cycle hydrique. La situation est redevenue normale après l'assèchement estival (éradication des poissons) et l'inondation d'automne.

Principaux facteurs de la mortalité naturelle

Peu de facteurs naturels interviennent sur le déroulement du cycle biologique de cet Anostracé. Par exemple, l'espèce n'est pas sensible au gel (population présente sous la glace à Bonne Cougne en janvier 2001, ou température minimum de l'eau 1,8 °C au Petit Laucien en février 2003, Thiéry, données originales). Toutefois, l'espèce ne semble pas apprécier les eaux trop chaudes.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Nombre de sites

Cette espèce endémique n'a été trouvée que dans cinq mares temporaires du Var (aux alentours de Saint-Maximin et de Brignoles) dont le lac Redon, le lac Gavoty, et le Petit Laucien (*locus typicus*).

Populations

Espèce rare : les densités de populations sont comprises entre 0,5 et 2 ind.L⁻¹ à Bonne Cougne et au Petit Laucien. Les distributions, souvent régulières, peuvent devenir parfois agrégatives (influence des herbiers de Characées, de renoncules, etc.). Deux études (Mc Nutt & Thiéry et Meglec & Thiéry) sont en cours, l'une pour cartographier la distribution des œufs de résistance de *L. massaliensis* au sein du lac de Bonne Cougne, l'autre pour quantifier les conséquences, par effet "bottleneck*", de l'excavation des sédiments réduisant la banque d'œufs de la mare (analyse du polymorphisme enzymatique, des taux de mutation et de la dérive* génétique).

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Facteurs anthropiques

Le lac de Bonne Cougne (Centre Var) est sérieusement menacée, d'une part par des aménagements locaux (surcreusement, digue, remblais de terre exogène provenant de constructions ou de déblais hospitaliers contenant des contaminants, etc.), d'autre part par le projet de création d'un golf sur les terres surplombant la dépression. Le dossier déposé en Préfecture du Var à Toulon, bien qu'ayant été refusé une première fois, vient de recevoir l'autorisation de recevabilité. D'une manière générale, les modifications de la qualité des eaux, dues aux pompages dans la nappe karstique, au captage des eaux de ruissellement du bassin versant topographique, et aux infiltrations ruisselant dans le lac de Bonne Cougne en contrebas du golf mettront en péril, à court terme (estimation à moins de 10 ans), les populations de Branchiopodes au même titre que celles des crustacés planctoniques, Cladocères, Copépodes, etc.³⁷⁷

Facteurs naturels

Dans le lac de Gavoty, l'évolution de la phytocénose*, considérée comme naturelle, est plus probablement favorisée par des apports de nutriments provenant du bassin versant (villas sans système d'épuration collectif, élevage de bétail – lamas, chèvres, chevaux, etc.). L'augmentation des teneurs en azote et en phosphore réduit le taux d'éclosion de *L. massaliensis*, dont le mécanisme dépend des processus osmotiques³⁷⁴. De plus, le recouvrement des sédiments par un feutrage végétal très dense réduit la mobilité des larves et amplifie la mortalité naturelle.

Risques liés aux populations

Deux populations sont menacées (Bonne Cougne et Gavoty) sur les cinq connues. Si l'on considère les possibilités de connectivité* des cinq populations qui sont en habitat fragmenté au sein de cette métapopulation*, ces menaces représentent une perte potentielle de 40 % du patrimoine génétique entrant dans les flux géniques nécessaires au maintien de la métapopulation.

En 2002, une situation identique en Californie pour l'espèce vicariante *L. santarosae*³⁶⁷ a entraîné la mise en place de mesures de conservation. *A contrario*, aucune action, ni mesure conservatoire, n'est envisagée en France.

Mesures de gestion et de conservation actuelles

Mesures actuelles

La plupart des sites du Centre Var sont inclus dans des périmètres Natura 2000*.

Recommandations

Protection impérative des sites en l'état où l'espèce est présente.
Classement de l'espèce en liste rouge.

Références bibliographiques

AGRN-RH, 2000³ ; Alonso, 1996⁷ ; Anonyme, 1999¹² ; Brtek & Thiéry, 1995⁵² ; Defaye *et al.*, 1998¹⁰² ; Nourisson & Thiéry, 1988²⁶⁹ ; Thiéry & Champeau, 1988³⁶⁴ ; Thiéry & Gasc, 1991³⁶⁵ ; Thiéry & Fugate, 1994³⁶⁷ ; Thiéry, 1986³⁷⁰, 1991³⁷³, 1996³⁷⁴ ; Thiéry *et al.*, 1995³⁷⁵, 2002³⁷⁷.

Auteurs : Thiéry A. & T. Calvière

Tanymastix stagnalis (Linnaeus, 1758)

Classe : BRANCHIOPODES
Ordre : ANOSTRACA
Famille : BRANCHIPODIDAE

Principaux synonymes

Cancer stagnalis Linnaeus, 1758
Gammarus stagnalis (Linnaeus), Fabricius, 1775
Astacus stagnalis (Linnaeus) Pennant, 1777
Branchipus lacunae (Guérin-Méneville) Baird, 1852
Chirocephalus lacunae Frauenfeld, 1873
Tanymastix lacunae Daday, 1910

Nom français : aucun

Noms espagnol, italien : espèce bien présente dans ces deux pays mais pas de nom commun.

Nom anglais : Fairy shrimp (nom général attribué aux Anostraca)

Sous-espèces/variabilité

Aucune sous-espèce.

Variabilité des adultes : Margalef²³⁶ et Nourisson²⁷¹ signalent des *Tanymastix stagnalis* aberrants aux antennes hypertrophiées. Les œufs de résistance lenticulaires peuvent présenter quelques différences de diamètre selon leur origine géographique³⁷⁵. Il existe également une morphologie aberrante correspondant à une déformation de la forme lenticulaire³⁷⁶.

Description/Critères d'identification

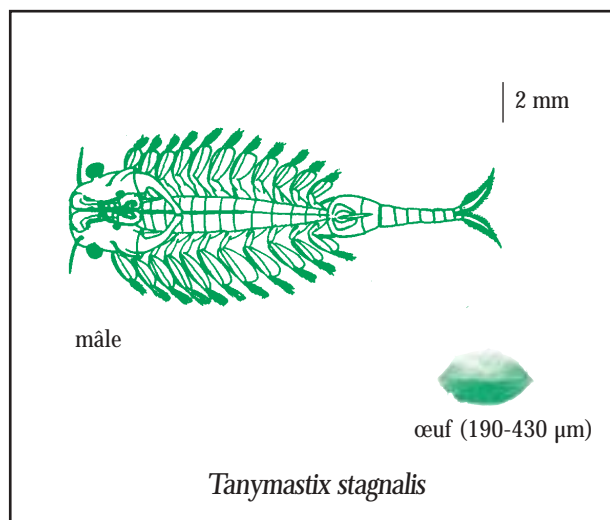
Corps sans carapace, yeux pédonculés, onze paires de pattes foliacées, abdomen sans appendice, et deux cerques* vermillon, formant la furca, à l'extrémité de l'abdomen.

Les mâles se distinguent notamment des femelles par leurs antennes préhensiles permettant d'assurer l'accouplement. On note un complexe frontal (appelé clypéal), qui, en se déroulant, joue un rôle tactile et de reconnaissance du partenaire. L'appareil copulateur du mâle (2 héli-pénis dévaginables), se situe à la base de l'abdomen. Le sac ovigère* de la femelle, également porté face ventrale à la base de l'abdomen, est orné de deux épines écartées. La structuration et la mise en place des enveloppes des œufs de résistance ont été étudiées par Garreau de Loubresse^{149, 150, 151}.

Les mâles sont de couleur vert tendre et les femelles ont un sac ovigère de couleur bleu-marron à orange. Leur taille maximale varie de 6 à 20 mm.

Espèces proches

Au sein du genre, trois autres espèces endémiques sont morphologiquement très semblables : *Tanymastixstellae* (Corse, Sardaigne), *T. affinis* (Maroc) et *T. motasi* (Roumanie). La distinction ne peut se faire avec certitude qu'avec l'examen du mâle (antennes). D'une façon générale, il n'y a pas de coexistence entre *T. stagnalis* et une de ces espèces endémiques.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Tanymastix stagnalis est une espèce paléarctique, présente sur tout le pourtour méditerranéen (Europe et Afrique du Nord) mais elle y est très inégalement répartie⁵².

France

Elle a été trouvée en région parisienne³⁰⁹, en Camargue²⁷⁰, dans le Var³⁶³ et dans la vallée du Rhône (Thiéry, données originales).

Autres pays méditerranéens

Espagne⁷, Italie (dont Sardaigne)⁹², Macédoine et Afrique du Nord en Algérie^{154, 339}.

Habitat

Description générale

Tanymastix stagnalis est présent dans des milieux qui s'assèchent rapidement comme les mares peu profondes (parfois sur dalles rocheuses comme en forêt de Fontainebleau), les fossés herbeux ou les sansouires (fourrés à salicornes) en Camargue.

France

- Réserve Naturelle de Roque-Haute dans l'Hérault²⁶⁰.
- Mares cupulaires du massif de l'Estérel et de la Colle du Rouet (voir vol. 1, encadré 7). Ces cuvettes de quelques décimètres carrés de surface, se remplissent suivant les années d'octobre à mai. Elles sont tapissées par une couche sablo-limoneuse acide (pH moyen de 5,2) de 5 à 10 cm de profondeur³⁶³.
- Mares temporaires oligo-saumâtres sur substrat argilo-limoneux calcaire en Camargue (domaine de la Tour du Valat).

Italie

Eaux temporaires claires à végétation sommaire⁹².

Directive Habitats

Mares méditerranéennes

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

Fourrés à salicornes

Fourrés halophiles méditerranéens (code 1420).

CORINE Biotopes

Tanymastix stagnalis est présent dans les mares temporaires méditerranéennes ainsi que dans d'autres types de milieu à inondation saisonnière.

Mares temporaires

22.34 Groupements amphibies méridionaux

Fourrés à salicornes (saisonnement inondés)

15.61 Fourrés des prés salés méditerranéens.

Ecologie**Caractéristiques biologiques***Alimentation*

Tanymastix stagnalis, comme tous les Anostracés, est microphage* et se nourrit en filtrant les particules alimentaires en suspension dans l'eau (microplancton, microorganismes et matière organique) grâce à ses pattes munies de soies.

Description des œufs

Les œufs, dont la forme lenticulaire est spécifique au genre *Tanymastix*, sont de couleur brun cuivré et mesurent entre 190 et 430 µm de diamètre.

Comportement

Les adultes réagissent aux variations lumineuses ; des comportements de fuite vers le fond, voire d'enfouissement dans la vase, ont été observés lorsque une ombre est projetée sur eux.

Longévité

Elle varie selon la température et les périodes d'apparition de l'espèce dans le milieu (de 30 jours en été à plus de 60 jours en hiver).

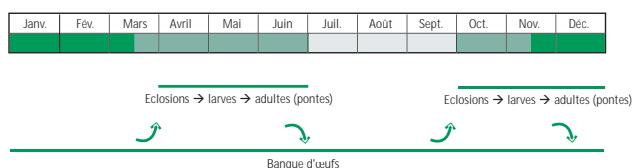
Site et modalité de dépôt des œufs

Les œufs sont pondus en pleine eau, où ils flottent le plus souvent, et s'accumulent vers les bordures de la mare²⁶².

Cycle biologique

Tanymastix apparaît durant une période d'environ trois mois à toutes les époques de l'année, aussi bien en hiver qu'en été. Il se développe rapidement et, selon la température de l'eau, peut atteindre sa maturité sexuelle au bout de 7 à 40 jours. Le stade nauplius* ne dure que quelques heures.

Le cycle biologique de *T. stagnalis* est très variable entre sites et entre années. Le cycle débute à la mise en eau et sa durée dépend de la température.



Un cycle par an en général, rarement deux. Dans ce cas, une faible reproduction est observée au cours du second cycle (mare de Lanau) (Thiéry, données originales).

Conditions environnementales*Relations interspécifiques*

Tanymastix stagnalis peut être associé aux Anostracés *Chirocephalus diaphanus* et *Branchipus schaefferi*, au Notostracé *Triops cancrivormis* et au Spinicaudata *Imnadia yeyetta*. Par contre, il est souvent la seule espèce présente dans les mares cupulaires, les autres espèces ayant des cycles biologiques plus longs.

Exigences pour la reproduction

Espèce de type pionnier, colonisant les eaux claires, fraîches et peu minéralisées.

Perturbations environnementales

Espèce présente dans des mares à sédiments secs l'été, sans lien capillaire phréatique. Toute modification de l'environnement pouvant entraîner l'augmentation de la minéralité (conductivité < 200 µS.cm⁻¹) réduit son potentiel d'éclosion.

Principaux facteurs de la mortalité naturelle

Les perturbations de l'habitat et surtout l'introduction de prédateurs (comme les poissons *Lepomis gibbosus*, *Gambusia affinis*, etc.) sont les principales menaces pour *T. stagnalis*.

Conservation - Gestion**Estimation des populations***France*

Entre 5 et 10 stations en Provence. *Tanymastix* est présent dans la Forêt de Fontainebleau (région parisienne), dans la réserve naturelle de Roque-Haute²⁶⁰, à la Colle du Rouet (Var)³⁶³, en Crau, en Camargue, ainsi que dans une mare de la vallée du Rhône, à Avignon sur l'île de la Barthelasse (Thiéry, données originales).

Italie

Onze localités, dont six en Sardaigne et quatre dans le centre de la péninsule (voir carte in Mura²⁶³).

Espagne

Espèce peu fréquente^{7, 236}.

Etat de conservation

Peu ou pas de données sur l'évolution des aires de distribution. Du fait que l'espèce occupe une aire très fragmentée, sa pérennité peut être menacée par des mesures de remembrement (entraînant des modifications des Plans d'Occupation des Sols, etc.) ou des comblements. Toutefois, parce qu'elle est l'un des Anostracés à atteindre le plus rapidement la maturité sexuelle (moins de 15 jours), elle est capable de pondre rapidement et donc de régénérer l'effectif de son stock d'œufs sans trop de dommages.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Facteurs anthropiques

D'une manière générale, le comblement des mares et l'utilisation de pesticides en milieu rural menacent les populations.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Certaines mares italiennes contenant *Tanytastix* sont situées dans des zones protégées²⁶³. En France, le site de Roque-Haute a un statut réglementaire de Réserve Naturelle (inopérant actuellement

en raison de l'absence de maîtrise foncière et d'usage) et les mares de la Colle du Rouet sont incluses dans un site Natura 2000*.

Recommandations

Conserver impérativement en l'état les petits biotopes peu profonds.

Références bibliographiques

Alonso, 1996⁷; Artom, 1927¹⁷; Brtek & Thiéry, 1995⁵²; Cottarelli & Mura, 1983⁹²; Defaye *et al.*, 1998¹⁰²; García & de Lomas, 2001¹⁴⁶; Garreau de Ioubresse, 1965¹⁴⁹, 1974¹⁵⁰, 1982¹⁵¹; Gauthier, 1928¹⁵⁴; Margalef, 1958²³⁶; Médail *et al.*, 1998²⁴⁶; Moubayed, 1998²⁶⁰; Mura, 1991²⁶², 2001²⁶³; Nourisson, 1960²⁷¹; Nourisson & Aguesse, 1961²⁷⁰; Rabet, 1994³⁰⁹; Samraoui & Dumont, 2002³³⁹; Terzian, 1979³⁶³; Thiéry & Gasc, 1991³⁶⁵; Thiéry, 1991³⁷³, 1996³⁷⁴; Thiéry *et al.*, 1995³⁷⁵, en préparation³⁷⁶.

Auteurs : Thiéry A. & T. Calvière

Triops cancriformis (Bosc, 1801) (1) & *Lepidurus apus* (Linné, 1758) (2)

Classe : BRANCHIOPODES
Ordre : NOTOSTRACA
Famille : TRIOPSIDAE

Principaux synonymes

(1) *Limulus cancriformis* Lamrck, 1801 ; *Apus cancriformis* Bosc, 1802 ; *Apus viridis* Bosc, 1802 ; *Triops simplex* Ghigi, 1921
(2) *Monoculus apus* L., 1758 ; *Binoculus palustris* Müller, 1776
Apus productus Bosc, 1802 ; *Apus apus* (Linnaeus) Latreille, 1802
Lepidurus productus (Bosc) Leach, 1819

Noms français : (1) Triops cancriforme (parfois improprement appelé apus – *Apus* est un genre d'oiseau), (2) Lépidure

Nom anglais : Tadpole shrimp (nom général attribué aux Notostraca)

Sous-espèces

Triops c. cancriformis et *Lepidurus a. apus* sont les deux seules sous-espèces de Notostraca françaises, mais il existe deux autres sous-espèces de *T. cancriformis* (*T. cancriformis simplex* et *T. cancriformis mauretanicus*) et plusieurs de *L. apus* dont *L. apus lubbocki* dans les pays du bassin méditerranéen (Espagne, Maroc, etc.).

Description/Critères d'identification

Ces crustacés, au corps aplati dorso-ventralement, possèdent une carapace dorsale ovale et carénée couvrant la tête, le thorax et une partie de l'abdomen. Leur taille peut atteindre au maximum 10 à 11 cm au total, mais les deux cerques* (furca), à l'extrémité de l'abdomen, sont presque aussi longs que le corps.

Les yeux composés sont sessiles* et dorsaux. Les pattes foliacées, dont les deux premières paires sont locomotrices, sont plus nombreuses chez *Triops* (48 à 57 paires) que chez *Lepidurus* (35 à 48 paires).

Les derniers segments de l'abdomen sont apodes (sans patte) : les quatre à cinq derniers chez *Lepidurus*, les quatre à sept derniers chez *Triops* femelle et les cinq à neuf derniers chez *Triops* mâle.

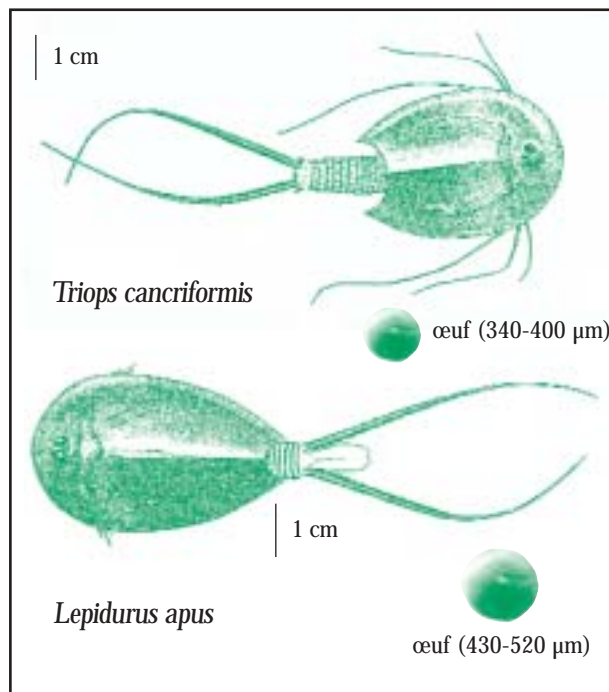
Les femelles de *Triops* se distinguent également des mâles par la structure de la onzième paire de pattes thoraciques transformée en chambre incubatrice (appelée oostégopode), où sont stockés les œufs.

La première paire de pattes possède des endites (prolongements) flagelliformes dépassant largement la carapace chez *Triops* mais très peu chez *Lepidurus*. Ce dernier se caractérise aussi par la présence, sur le dernier segment (le telson), d'une lame caudale à bords denticulés.

Le bouclier dorsal est brun verdâtre chez *Lepidurus* et brunâtre chez *Triops*, dont les pattes thoraciques peuvent être rougeâtres ou verdâtres.

Espèces proches

Ce sont les deux seules espèces de Notostraca françaises. La distinction des deux espèces est aisée : telson avec ou sans lame caudale. Par contre l'identification des différentes sous-espèces est très difficile. Elle nécessite l'avis d'un spécialiste.



Dessins de crustacés d'après Alonso⁷

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

Triops est présent sur la totalité du territoire (Corse comprise) et assez fréquent à l'est et dans les régions littorales notamment les régions méditerranéennes. *Lepidurus* semble être absent de l'est de la France et de la Corse, mais est plus fréquent dans le nord que *Triops*. D'une façon générale, les deux espèces sont allopatriques (aires de distribution distinctes). La distribution des deux espèces semble nettement déterminée par les précipitations pluvieuses, comme cela est le cas dans le sud de la France³⁷² (P < 600 mm pour *Triops*, P > 600 mm pour *Lepidurus*), en Israël²⁰¹, en Algérie¹⁵⁴ et au Maroc^{369, 371}. Le genre *Triops* se localise dans des secteurs plus secs que le genre *Lepidurus*.

Ces répartitions peuvent comporter des erreurs car les deux espèces semblent avoir été souvent confondues. De plus leur présence dans certaines stations n'a pas été confirmée depuis 1950. Pour plus de précisions, consulter Nourisson & Thiéry²⁶⁹, Brtek & Thiéry⁵² et Defaye *et al.*¹⁰².

Autres pays méditerranéens

Les deux espèces sont présentes dans toute l'Europe, ainsi que dans le Bassin méditerranéen pour *Lepidurus apus apus*.

- Espagne : *Lepidurus apus apus*, *Triops cancriformis simplex*, *T. c. mauretanicus*⁷ (qui remplace *T. c. cancriformis* dans le sud de l'Espagne).
- Portugal : *T. cancriformis*.
- Italie : *L. apus* (péninsule italique, Sicile, Sardaigne), *T. cancriformis* et *T. numidicus* (= *T. granarius*), espèce d'origine africaine présente en Calabre.

Les mares temporaires méditerranéennes

- Malte : *T. cancriformis*²⁰⁵.
- Croatie : *L. apus*.
- Ex-Yougoslavie : *L. apus*, *T. cancriformis*^{238, 289}.
- Maroc : *T. c. simplex*, *T. c. mauritanicus*, *L. a. lubbocki*^{369, 371}.
- Israël : *L. a. lubbocki*, *T. c. cancriformis* (Thiéry, données originales).

Habitat

Description générale

Les deux espèces se trouvent dans les mares temporaires. Alors que *Triops* peut être rencontré dans des mares à turbidité parfois importante, *Lepidurus* est rencontré le plus souvent dans des eaux fraîches et claires, et parfois dans des rivières temporaires à faible courant.

Triops est également présent dans des milieux artificiels inondés en été, comme les rizières en Camargue²⁹⁷.

Directive Habitats

"Mares temporaires méditerranéennes" (code 3170).

CORINE Biotopes

Mares temporaires méditerranéennes

(1) 22.32 Gazons amphibies annuels méridionaux (*Nanocypretalia*)

(2) 22.34 Groupements amphibies méridionaux (*Isoetalia*)

Rizières

(1) 82.41 Rizières.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Alimentation

Leur alimentation est variable et ils peuvent être considérés comme prédateurs, herbivores ou détritivores. Dans les eaux turbides, ils sont tryptonophages : ils se nourrissent de particules non vivantes (organismes morts, détritus organiques, particules minérales) en suspension dans l'eau, et des bactéries agrégées sur ces particules. Ils fouillent la vase avec la partie frontale de leur carapace.

L'alimentation peut varier au cours de la croissance de l'animal, qui peut passer d'un régime strictement phytoplanctonophage* lorsqu'il mesure moins de 5 mm, à un régime herbivore (au sens large) et, lorsqu'il dépasse 1 cm, se nourrir également de microcrustacés. Adulte, il est capable de dévorer des Anostracés affaiblis (en général *Branchipus schaefferi*), des larves de chironomes, des annélides oligochètes ou des têtards (*Pelobates cultripes*).

Comportement

Ils nagent le plus souvent à proximité du fond, mais peuvent remonter à la surface, face ventrale vers le haut, en cas de manque d'oxygène.

Reproduction

L'accouplement se fait par accollement ventral chez *Lepidurus*, alors qu'il semble être "dorso-ventral" chez *Triops*. La reproduction parthénogénétique est fréquente chez *Triops*, mais lorsque les deux sexes sont présents, la reproduction sexuée est la règle.

Le sex-ratio* varie selon la latitude avec une absence de mâle au-delà de 50°N de latitude, un pourcentage faible entre 45° et 50°N (Europe du Nord et centrale) et un équilibre au-dessous de 45°N (Europe du Sud, de l'Ouest et Afrique du Nord), sauf exception (péninsule italique, Sicile, etc.).

Les femelles parthénogénétiques possèdent une glande hermaphrodite mais les spermatozoïdes formés dégénèrent et ne participent pas à la reproduction.

Description des œufs

Les œufs acquièrent leur enveloppe externe dans le sac ovigère*. Ils sont lisses. Leur diamètre est plus important chez *Lepidurus* (430-520 µm) que chez *Triops* (340-400 µm).

Site et modalité de dépôt des œufs

Les œufs (60 à 70 chez *Lepidurus*) sont déposés juste avant la mue, en agrégats, sur de petits cailloux où ils passeront la période sèche. Chez *Lepidurus*, la femelle peut pondre sur des tiges de végétaux aquatiques ou enfouir ses œufs dans la vase.

Cycle biologique

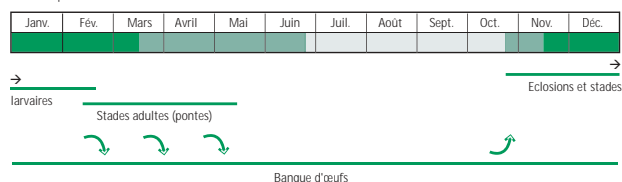
Après l'éclosion, la larve nauplius* évolue rapidement en une larve métanauplius* présentant déjà le bouclier dorsal.

Lepidurus, qui est présent de janvier à juin (le plus souvent de février à avril), possède une durée de vie de 4 à 6 mois.

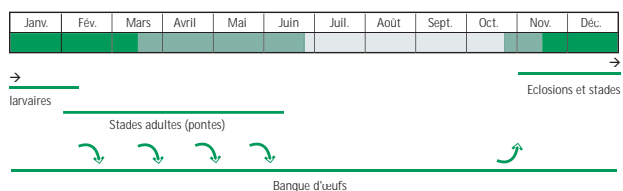
Triops, qui peut être trouvé à toutes les époques de l'année en phase inondée, de mars à janvier (le plus souvent de mai à octobre), a une croissance assez rapide et pourrait produire des œufs de résistance dès le 15^e jour alors qu'il est encore de petite taille.

Triops cancriformis

Mare temporaire



Lepidurus apus



Conditions environnementales

Exigences pour la reproduction

Leur cycle étant relativement long, ces Notostracés nécessitent une inondation de trois à cinq mois.

Triops, qui peut être trouvé de mars à janvier est plus thermophile que *Lepidurus*, qui est présent de janvier à juin.

Triops ne résiste pas aux températures supérieures à 35 °C et est donc, de juin à août, pratiquement absent des milieux inondés en été, comme les rizières de Camargue.

Relations interspécifiques

Triops vit le plus souvent avec *Branchipus schaefferi* et plus rarement avec *Chirocephalus diaphanus*. En Camargue, il peut aussi cohabiter avec *Tanymastix stagnalis*, *Imnadia yeyetta* et *Eoleptheria ticinensis*.

Dans les rizières, lorsque ses populations explosent (des densités atteignant 300 individus par mètre carré ont été mesurées en Camargue²⁹⁷), il peut rentrer pour une part importante dans l'alimentation de l'Aigrette garzette *Egretta garzetta*¹⁶⁹.

Lepidurus vit le plus souvent avec *Chirocephalus diaphanus* mais peut cohabiter, dans le Var, avec *Linderiella massaliensis*.

Territoires

Chez les Notostracés, il y a une micro-répartition différentielle des sexes dans la mare.

Principaux facteurs de la mortalité naturelle

Espèces à durée de vie importante, ce qui peut limiter leur développement en cas d'assèchement prématuré (cas de la mare de Lanau par exemple). La prédation, par les aranéides notamment, pourrait jouer un rôle important dans certaines populations (Camargue)^{169, 297}.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

En France, ils sont présents dans de nombreuses stations : *Triops* se rencontre notamment sur les sites de Roque-Haute (Languedoc-Roussillon), de Padulu (Corse), en Camargue et en Crau (mare de Lanau), tandis que *Lepidurus* a été trouvé dans les mares du Var, le lac Redon, le lac Gavoty et de Saint Maximin (PACA). Un état de la distribution des deux espèces en Languedoc-Roussillon est donné par Thiéry³⁷².

En Italie, ces espèces sont assez répandues, en particulier dans les rizières.

Etat de conservation

En France, ces deux espèces sont communes mais *Triops* semble avoir été souvent confondu avec *Lepidurus* et leur présence dans certaines stations n'a pas été confirmée depuis 1950.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	Malte: "rare" (R) ³⁴⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Lepidurus pouvant se trouver dans des mares de débordement de fleuves (Loire par exemple), les aménagements des cours d'eau et leur régulation afin de limiter les crues, peuvent représenter une menace indirecte sur leurs populations.

Triops est parfois considéré comme nuisible dans les rizières où il peut pulluler (il déracine les plantules, mange leurs extrémités, diminue l'activité photosynthétique par remise en suspension des sédiments). D'autres estiment que ces perturbations sont mineures et qu'il agirait comme un agent de lutte biologique extrêmement efficace contre la flore adventive. Il est toutefois éliminé par insecticides ou par du sulfate de cuivre.

D'une manière générale, le comblement des mares et l'utilisation de pesticides détruit les populations.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En France, les mares de Roque-Haute et de Camargue sont situées dans des Réserves Naturelles (à Roque-Haute cependant, les conflits avec les propriétaires ne permettent plus d'assurer la gestion de la Réserve). Les lacs du Centre-Var, la mare de Padulu en Corse, et la mare de Lanau, acquise par le CEEP en 1998, sont inclus dans des périmètres Natura 2000*.

Recommandations

Assurer la conservation de l'habitat (fonctionnement hydrologique et qualité de l'eau).

Références bibliographiques

Alonso, 1996⁷ ; Anonyme, 1999¹² ; Boix *et al.*, 2002⁴¹ ; Brtek & Thiéry, 1995⁵² ; Defaye *et al.*, 1998¹⁰² ; Garcia & de Lomas, 2001¹⁴⁶ ; Gauthier, 1928¹⁵⁴ ; Hafner, 1977¹⁶⁹ ; Knoepffler, 1978-1979¹⁹⁹ ; Kuller & Gasith, 1996²⁰¹ ; Lafranco, 1990²⁰⁵ ; Longhurst, 1955²¹⁷ ; Marincek & Petrov, 1992²³⁸ ; Moubayed, 1996²⁵⁹ ; Nourisson & Thiéry, 1988²⁶⁹ ; OEC, 2001²⁷³ ; Petrov & Petrov, 1997²⁸⁹ ; Pont & Vaquer, 1986²⁹⁷ ; Scanabissi & Mondini, 2002^{342, 343} ; Schembri & Sultana, 1989³⁴⁴ ; Thiéry & Gasc, 1991³⁶⁵ ; Thiéry, 1985³⁶⁸, 1986³⁶⁹, 1987³⁷¹, 1988³⁷², 1991³⁷³, 1996³⁷⁴ ; Thiéry *et al.*, 1995³⁷⁵ ; Zaffagnini & Trentini, 1980⁴⁰⁴

Auteurs : Thiéry A. & T. Calvière

Ischnura pumilio (Charpentier, 1825) (1) & *Ischnura genei* (Rambur, 1842) (2)

Ordre : ODONATES
Sous-ordre : ZYGOPTERES
Famille : COENAGRIONIDAE

Principaux synonymes

(1) *Agrion rubellum* Curtis, 1839 ; *Agrion cognata* Sélys, 1841
(2) *Agrion genei* Rambur, 1842

Noms français : (1) Agrion nain, (2) Agrion de Genève

Nom anglais : (1) Scarce blue-tailed damselfly

Description/Critères d'identification^{95, 401}

Comme tous les Zygoptères, ces espèces ont les yeux bien séparés et les quatre ailes de forme identique. Les critères de la famille résident dans l'absence de reflets métalliques et les ailes entièrement hyalines (transparentes) et pédonculées à la base. Les deux espèces ont un abdomen majoritairement sombre à noir bronzé avec, chez les mâles, le huitième segment au moins en partie bleu (le neuvième aussi chez *Ischnura pumilio*). Le ptérostigma (tache foncée sur l'aile) n'est guère plus long que large. Chez *I. genei*, le ptérostigma des ailes antérieures est un peu plus grand que celui des ailes postérieures, alors que chez *I. pumilio*, celui des ailes antérieures est près de deux fois plus grand que celui des ailes postérieures. Seul *I. genei* possède un tubercule médian sur le prothorax* et celui-ci est nettement échancré. Abdomen : 18 à 27 mm. Ailes : 12 à 19 mm.

Sous-espèces

Aucune

Espèces proches

Ischnura elegans (surtout proche d' *I. genei*).

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

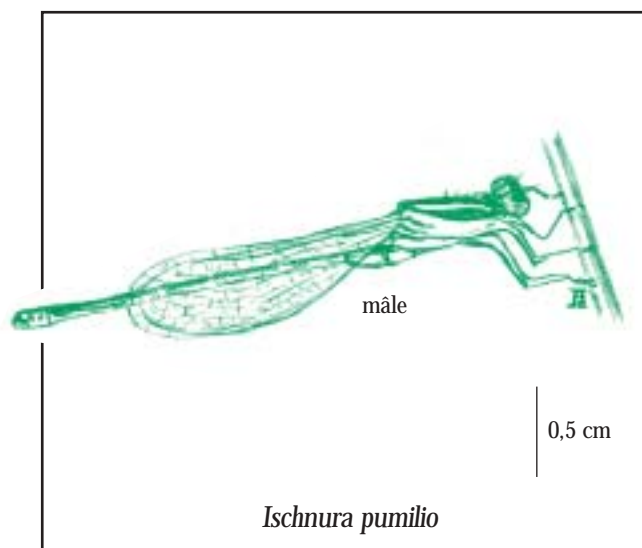
Ischnura pumilio est présent uniquement sur l'hexagone (notamment vallée du Rhône, pré-Alpes, Champagne-Ardenne, Centre-Ouest, et Var) et *I. genei* uniquement en Corse^{122, 159}.

Autres pays méditerranéens

Ischnura genei est uniquement présent sur les îles de la Méditerranée occidentale (Sardaigne, Sicile, Capri, Malte, Ile d'Elbe, etc.). *I. pumilio* est plus largement repartit, sur l'ensemble des côtes méditerranéennes de l'Europe, une partie de celles de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient^{95, 401}.

Habitat

Les deux espèces sont des colonisatrices pionnières et apprécient en conséquence les milieux récemment formés, temporaires ou non, généralement stagnants. On peut les rencontrer en eaux saumâtres et parfois dans les eaux calmes des cours d'eau (bras morts, etc.). Elles sont généralement observées en dessous de 800 m d'altitude, quelques secteurs sont toutefois connus jusqu'à 2 100 m (*Ischnura pumilio*)^{95, 96, 173}. *I. pumilio* apprécie peu les biotopes acides (Samraoui, données non publiées). Il est en outre connu pour



disparaître de nombreux sites après quelques années, probablement du fait de la dynamique des habitats^{68, 207}.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

(1) *Ischnura pumilio* : dans le sud de la France, les adultes, ou imagos, se rencontrent de début avril à fin septembre⁹⁵, voire de mars à octobre (Papazian, com. pers.), avec des populations éphémères³²³, alors qu'en Espagne et dans le nord-est de l'Algérie, l'espèce apparaît en deux groupes, l'un en août, l'autre en septembre/ octobre (Samraoui, données non publiées).

La durée de vie des imagos est assez courte (de l'ordre de 40 jours), et leur maturation sexuelle est également très rapide. En effet, les femelles sont aptes à la reproduction 6 à 10 jours après leur émergence⁶⁹ et les mâles peut-être encore plus tôt²⁰⁷. Cette maturation est d'autant plus rapide que l'individu émerge tard dans la saison, optimisant ainsi la possibilité de reproduction²⁰⁷. Après l'accouplement, la femelle va, seule, pondre ses œufs sur les tiges des plantes émergeant des eaux peu profondes, choisissant des espèces à tiges (souvent à moelle) assez molles comme celles de certains joncs⁶⁸. La femelle se pose juste au dessus de l'eau et y plonge son abdomen afin de pondre dans la partie immergée de la tige. Elle préférera pondre au niveau de la gaine des feuilles (joncs), où la repousse des tissus végétaux va bien recouvrir les œufs, ce qui semble un atout pour leur survie en condition de sécheresse⁶⁸. Les œufs peuvent survivre au moins deux semaines dans une plante exondée si celle-ci a les pieds dans l'eau. L'éclosion des œufs intervient rapidement (après 15 jours pour 25 °C de température extérieure⁶⁸, entre 20 et 30 jours le plus souvent (Papazian, com. pers.)). Le développement larvaire rapide permet aux adultes de deuxième génération d'émerger avant l'assèchement complet de la mare. En milieu temporaire, cette deuxième génération se disperse et attend le retour de l'eau pour pondre (août à octobre selon les dates de remise en eau), généralement dans une autre mare. Les œufs éclosent alors assez rapidement et les jeunes larves passent l'hiver en état de diapause*.

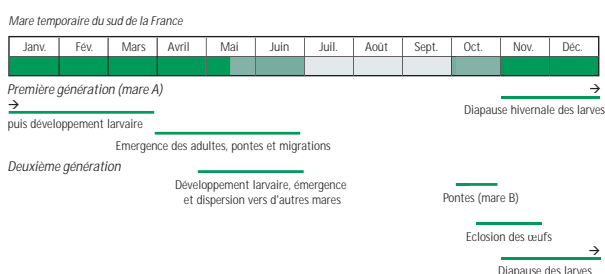
En région méditerranéenne, la courte incubation des œufs, le développement larvaire bref, la précocité de l'émergence, son étalement

dans le temps (favorable en regard de la variabilité interannuelle des conditions hydrologiques), et la rapide maturation des individus fraîchement émergés permettent donc à l'espèce d'avoir deux générations par an. La dispersion rapide des individus après l'émergence (instinct migratoire) associé à un renouvellement rapide des générations, permet à *I. pumilio* de coloniser facilement les habitats temporaires, en formant de nouvelles colonies⁶⁹.

(2) *I. genei* : les éléments de connaissance sur cette espèce sont rares. En France, sa phénologie est très semblable à celle d'*I. pumilio* (Papazian, com. pers.). En Sardaigne, les adultes se rencontrent de début mai à la fin septembre⁵⁵.

Concernant son écologie, on peut se reporter en partie à *I. elegans*, très proche. Comme *I. pumilio* et *I. elegans*, *I. genei* présente deux générations annuelles avec un développement rapide des stades pré-imaginaux^{*5, 95}.

Cycle phénologique simplifié d'*Ischnura pumilio*



Conditions environnementales

Hydrologie

Les deux espèces pondent dans des tiges immergées. Les œufs meurent lorsque la plante est exondée plus d'une quinzaine de jours (pas de diapause estivale des œufs), ainsi que les larves en cas d'assèchement précoce de la mare.

Végétation

Les sites fréquentés sont plutôt bien ensoleillés et la végétation aquatique émergente n'y est pas nécessairement très développée^{173, 204}. Les plantes sur lesquelles pond *Ischnura pumilio* ont une forme graminioïde³³⁰ comme les joncs (*Juncus bulbosus*, *J. tenuis*, *J. subnodulosus*, *J. inflexus*, *J. articulatus*) ou les scirpes (*Eleocharis palustris*)^{58, 173}. *I. pumilio* colonise préférentiellement les plans d'eau à fonds argileux, et de profondeur moyenne assez faible (moins de 1 m).

Compétition

Ischnura pumilio tolère mal la concurrence des autres espèces de libellules. Il faut donc que celles-ci soient peu nombreuses sur les sites ou du moins que certains secteurs soit exempts de compétiteurs (notamment *I. elegans*), ou encore qu'une végétation développée lui permette de trouver refuge¹⁷³. Ainsi, les adultes n'occupent souvent qu'un territoire restreint au sein d'un biotope favorable³³⁰.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

(1) *Ischnura pumilio* est moins fréquent que *I. elegans*. En région méditerranéenne française, il est connu dans les mares de la plaine des Maures²⁴⁴, du Centre-Var³⁷⁷, de la Colle du Rouet, sur Porquerolles

(bassins de lagunage), dans les marais et les rizières de Camargue, sur la Durance (petites mares temporaires de Puy-Sainte-Réparate), en Crau (canal de Vergière) et sur le Touloubre à Saint-Chamas (Papazian, com. pers.).

(2) *I. genei* est présent sur de nombreux sites en Sardaigne⁵⁵ et sur 16 des 50 stations prospectées dans le cadre de l'inventaire des odonates de Corse^{159, 323}, notamment dans les mares temporaires des Tre Padule de Suartone.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	Italie, protection régionale (Toscane) : loi régionale n° 56 du 06/04/2000
Livres et listes rouges	-

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Aménagement des milieux à exondation estivale (drainage, comblement, etc.) et entretien réduit des mares.

Facteurs naturels

Fermeture des plans d'eau, comblement des zones humides, concurrence alimentaire avec d'autres odonates (comme *I. elegans*), prédation par les araignées et mortalité naturelle lors de fortes pluies (espèces très grêles).

Risques liés aux populations

Un assèchement précoce et prolongé peut amener une destruction complète de la totalité des larves d'un site. Seule une colonisation permettra alors le retour des *Ischnura*.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En Corse, les Tre Padule bénéficient du statut réglementaire de Réserve Naturelle. Les sites de la plaine des Maures, du Centre Var et de La Colle du rouet sont inclus dans des périmètres Natura 2000*.

Recommandations

La végétation aquatique doit être maintenue peu développée si le site est peu fréquenté par les libellules et davantage en cas de forte concurrence. La gestion de la végétation doit favoriser les petits joncs ou les scirpes avec des hauteurs d'eau assez faibles. Favoriser en outre une inondation de la mare jusqu'au printemps (de novembre à avril-mai), pour permettre le développement des larves.

Références bibliographiques

Aguesse, 1968⁵ ; Anonyme, 1997¹¹ ; Bucciarelli *et al.*, 1983⁵⁵ ; Cham, 1992⁶⁸, 1993⁶⁹ ; D'Aguilar & Dommanget, 1998⁹⁵ ; Dommanget, 1994¹²² ; Grand & Papazian, 2000¹⁵⁹ ; Heidemann & Seidenbusch, 2002¹⁷³ ; Landmann, 1985²⁰⁴ ; Langenbach, 1993²⁰⁷ ; Médail *et al.*, 1993²⁴⁴ ; Roche, 1990³²³ ; Rudolph, 1979³³⁰ ; Thiéry *et al.*, 2002³⁷⁷ ; Wendler & Nüss, 1994⁴⁰¹.

Auteur : Gendre T.

Collaborateurs : Jakob C., M. Papazian, B. Samraoui & N. Yavercovski

Lestes barbarus (Fabricius, 1798) (1) & ***Lestes virens*** (Charpentier, 1825) (2)

Ordre : Odonates
Sous-ordre : Zygoptères
Famille : Lestidae

Principaux synonymes

(1) *Agrion nympa* Hansemann, 1823
Agrion barbara Fabricius, 1798
Lestes barbara Selys, 1840
(2) *Lestes vestalis* Rambur, 1842
Agrion virens Charpentier, 1825

Noms français : (1) Leste sauvage, (2) Leste verdoyant
Noms anglais : (1) Shy Emerald Damselfly, Southern Emerald Damselfly, (2) Small Emerald Damselfly

Sous-espèces

L. virens virens (dans le sud de la France)
L. virens vestalis (en Italie)

Description/Critères d'identification

(1) *Lestes barbarus* possède un ptérostigma (tache foncée sur l'aile) nettement bicolore à maturité, brun dans sa moitié basale et blanc-jaune dans sa partie apicale. La teinte générale du corps est d'abord vert clair métallique, puis devient plus ou moins cuivrée, voire brun terne chez les individus âgés. La partie postéro-inférieure de la tête, les hanches, le métathorax*, les lignes du thorax et de l'abdomen sont jaune pâle. Le mâle est muni de cerques* courts. La femelle possède une écaille vulvaire arrondie, dépourvue de dents, et des pattes ocre dans la plupart des cas. Mensurations du mâle : abdomen de 26 à 35 mm, ailes postérieures de 19 à 25 mm.

Mensurations de la femelle : abdomen de 26 à 33 mm ; ailes postérieures de 21 à 25 mm.

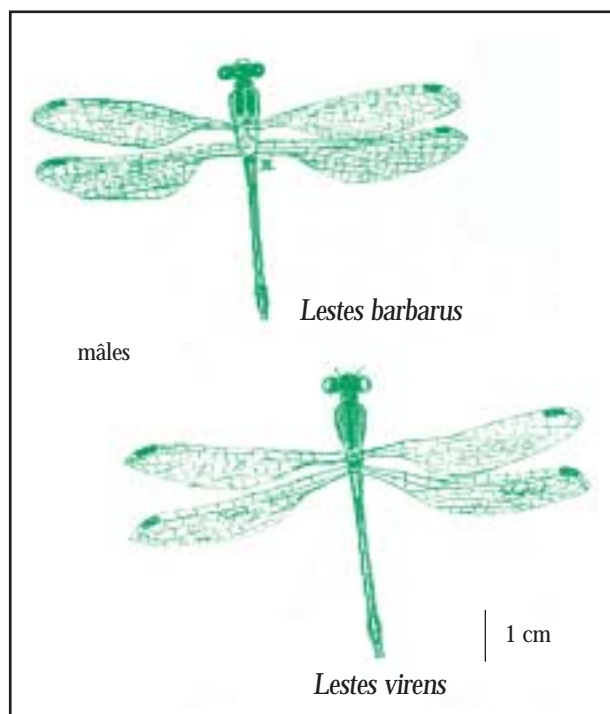
(2) *Lestes virens* possède un ptérostigma uniformément brun clair, bordé de nervures blanches (sauf chez les juvéniles). La teinte générale du corps est vert doré brillant, les côtés du thorax et l'extrémité de l'abdomen sont bleu clair chez les mâles à maturité. La partie postéro-inférieure de la tête est jaune clair, comme chez *L. barbarus*. Le mâle a des cerques très courts. La femelle possède une écaille vulvaire pourvue d'une dent courte et peu pointue. *L. virens* est plus petit que *L. barbarus*. La sous-espèce du sud de la France, *L. virens virens*, montre une ligne jaune pâle fine, longeant la partie antérieure du métathorax.

Mensurations du mâle : abdomen de 24 à 34 mm, ailes postérieures de 16 à 24 mm.

Mensurations de la femelle : abdomen de 24 à 30 mm, ailes postérieures de 17 à 23 mm^{95, 173, 322, 402}.

Espèces proches

L. barbarus ressemble beaucoup à *L. virens* (surtout au stade juvénile) et à sa sous-espèce *L. v. vestalis*.



Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

(1) Ouest et sud-est de la France (mais espèce essentiellement méridionale : côte et Corse).

(2) France méridionale (côte et Corse).

Autres pays méditerranéens

(1) Europe méridionale et moyenne, nord de l'Afrique, Moyen-Orient.

(2) Bassin méditerranéen occidental à l'exception de l'Italie continentale.

Habitat

(1) *Lestes barbarus* se développe dans les eaux stagnantes bien ensoleillées, claires et peu profondes, plutôt oligotrophes*, mais pas exclusivement, jusqu'à 250 m d'altitude. Espèce pionnière, elle paraît affectionner tout particulièrement les milieux à exondation estivale (mares temporaires) et les marais saumâtres littoraux, dans lesquels les populations sont souvent importantes.

(2) *Lestes virens* se développe dans les eaux douces stagnantes, y compris les mares temporaires, envahies de végétation, jusqu'à 1 000 m d'altitude.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

(1) Dans le sud de la France, les adultes de *Lestes barbarus* (appelés imagos) se rencontrent assez couramment de fin mai (alors immatures, ils deviennent matures en juin) à fin septembre (période de colonisation de nouvelles mares). Au printemps, après

l'émergence, l'imago immature s'éloigne des plans d'eau, puis y retourne à la maturité sexuelle, en général en juin-juillet. La période de maturation entre l'envol et le retour à la mare est estimée en moyenne à 15 jours pour les Zygoptères⁸⁹. Dans d'autres régions, la maturation peut avoir lieu après une période d'estivation, c'est le cas notamment des populations du sud de l'Italie et du nord de l'Algérie^{338, 340, 390}.

La durée de la période de maturation influence la période de ponte : dans le sud de la France, la ponte peut avoir lieu de fin juin à septembre (Papazian, com. pers.), alors que dans le sud-est de l'Algérie (en Numidie), les femelles sont matures en septembre et aucun comportement reproducteur n'est observé avant octobre (Samraoui, données non publiées).

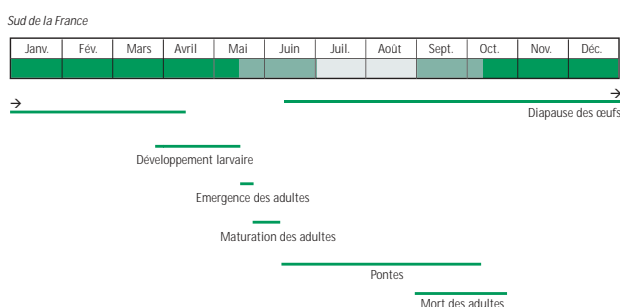
L'accouplement (en forme de cœur) et le vol en tandem qui suit, peuvent durer entre 30 et 160 minutes (pour les deux espèces) et se produisent généralement en fin de matinée³⁸⁷. Après l'accouplement, les partenaires continuent leur vol en tandem et les femelles commencent à pondre à l'aide de leur ovipositeur (organe de ponte). Chez les deux espèces, la ponte s'effectue dans la partie aérienne des tiges des végétaux⁴ : l'ovipositeur de la femelle perce la plante pour y introduire les œufs, souvent déposés par groupes dans la même tige, et espacés entre eux de quelques millimètres. Les distances parcourues entre les tiges vont de quelques centimètres à quelques mètres³⁸⁷. Souvent, le mâle rompt le tandem après un certain temps et la femelle continue alors à pondre seule. La durée totale de dépôt des œufs peut s'étendre jusqu'à six heures, variant selon les conditions météorologiques et le rythme diurne.

Après une période de diapause* dans la plante, variable selon le moment de la ponte, les œufs éclosent au printemps de l'année suivante, et donnent naissance à des larves allongées qui se développent assez rapidement, en deux mois environ, avec une dizaine de mues. Ces larves sont carnivores comme toutes les larves d'odonates, et consomment deux fois leur poids par jour. Grâce à la diapause des œufs (caractère primitif de protection de l'espèce) et au développement larvaire bref (6 à 8 semaines), une émergence très synchronisée peut avoir lieu au printemps, avec l'éclosion de la quasi-totalité des imagos pendant une courte période.

Le sex-ratio* (calculé sur un site de Camargue) est de 50 % de femelles pour les larves, et de 54,1 % de femelles pour les exuvies⁴. L'adulte meurt au plus tard en automne. La durée de vie adulte maximale d'un Zygoptère tel que *L. barbarus* ou *L. virens* dans le sud de la France est d'un mois et demi, alors que dans le cas des populations situées plus au sud, elle atteint plus de deux mois et demi⁴.

(2) Les adultes matures de *Lestes virens* se rencontrent de juin à septembre dans le sud de la France, et de mai (occasionnellement fin avril) à novembre dans le nord-est de l'Algérie (Samraoui, données non publiées). La femelle, accompagnée ou non du mâle, pond ses œufs par deux, du printemps à l'été, dans les tiges des végétaux. Après une diapause hivernale des œufs (souvent précédée d'une diapause estivale), le développement larvaire a lieu au printemps suivant comme chez *L. barbarus*, et dure de huit à dix semaines⁴⁰². Dans le bassin méditerranéen nord-africain, une partie des *Lestes* pond également en été avant la mise en eau ; les œufs en diapause résistent alors à la sécheresse, puis hivernent et n'éclosent qu'au printemps suivant³⁴⁰. En Numidie, c'est le cas de *L. virens* à basse altitude (ponte en juin/juillet), alors qu'en altitude, l'activité reproductrice de cette espèce ne commence qu'au mois d'août (Samraoui, données non publiées). Les deux espèces (*L. barbarus*, *L. virens*) n'ont qu'une génération par an.

Cycle phénologique de *Lestes barbarus*



Conditions environnementales

Températures hivernales

Lestes barbarus et *L. virens* sont adaptés au climat méditerranéen du fait de leur cycle rapide et leurs exigences pour la température⁹⁵. Néanmoins, dans le sud de la France, *L. barbarus* nécessite une durée de froid d'au moins quinze semaines en dessous de 10 °C pour déclencher l'éclosion de l'ensemble des œufs⁴.

Hydrologie

D'après les connaissances sur ces deux espèces, la ponte a lieu dans des milieux le plus souvent exondés ; la submersion de la mare au moment de la ponte n'est, en effet, pas nécessaire à la survie des œufs^{4, 340}, capables d'une longue période de diapause à l'intérieur des tiges des plantes.

Par contre, l'émergence des adultes, tardive, doit avoir lieu avant l'assèchement printanier ou estival complet de la mare, ce qui advient généralement grâce à brièveté du développement larvaire. Au moment de l'émergence de la prolarve*, il arrive que le site de ponte ne soit pas inondé : la prolarve, qui, à son émergence se laisse tomber de la tige, est alors capable de ramper jusqu'au plan d'eau sur une distance atteignant un mètre ou plus (Papazian, com. pers.).

Végétation

D'après Utzeri *et al*⁸⁷, les plantes recherchées de préférence pour la ponte par *L. virens vestalis* dans une mare temporaire en Italie (Rome), sont *Carex* sp. et *Juncus effusus* (tiges vertes ou sèches). *L. barbarus* montrerait une préférence pour les mêmes espèces, ainsi que pour *Juncus articulatus*, *Polygonum hydropiper*, *Allisma plantago* et *Mentha* sp. Samraoui (données non publiées) rapporte qu'en Numidie, *L. barbarus* pond de préférence dans des tiges de *Juncus effusus*.

Conservation - Gestion

Estimation des populations

France continentale

Les deux espèces sont connues dans les Alpes Maritimes au pic des Courmettes (Papazian, com. pers.), ainsi que dans le Var : plaine des Maures²⁴⁴, Colle du Rouet³²⁵, vallon de la Joyeuse à Callas, lacs du Centre-Var³⁷⁷. *L. barbarus* a été observé dans quelques autres localités du Var (bois de Palayson, presque île de Giens)³⁶³ (Papazian, com. pers.), ainsi que dans les Bouches-du-Rhône en Crau et en Camargue³⁶³ et dans l'Hérault à Roque-Haute²⁶⁰. *L. virens* est présent dans le Vaucluse sur le cours de la Durance (Papazian, com. pers.)

Les mares temporaires méditerranéennes

Corse

L. barbarus, espèce migratrice et pionnière semble davantage présente que *L. virens*, avec six stations sur les 50 étudiées dans le cadre de l'inventaire des odonates de Corse contre seulement deux stations pour *L. virens*. Les deux espèces sont connues en particulier sur les Tre Padule et Padule Maggiore^{159, 323}.

Etat de conservation

Pas d'information.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

L. barbarus et *L. virens* n'ont pas de statut de protection à l'heure actuelle²²⁷.

Problèmes de conservation/Menaces

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Facteurs anthropiques

Drainage et comblement des milieux fréquentés.

Facteurs naturels

Comblement et fermeture des zones humides ; concurrence alimentaire avec d'autres odonates (ex. *Sympetrum fonscolombii*), prédation par les coléoptères aquatiques, parasitisme, variabilité interannuelle des conditions hydrologiques (un assèchement précoce peut amener une destruction de la totalité des larves).

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En France :

- Les sites des Tre Padule de Suartone et de Roque-Haute bénéficient du statut réglementaire de Réserve Naturelle (à Roque-Haute, l'absence de maîtrise foncière et d'usage compromet la gestion du site).

- Les lacs du Centre-Var, la plaine des Maures, le Bois de Palaysou et la Colle du Rouet sont inclus dans des périmètres Natura 2000*, ainsi que la mare de Lanau, acquise en 1998 par le CEEP.

Recommandations

- Favoriser, au niveau des mares temporaires et des eaux stagnantes douces ou saumâtres, un milieu en eau jusqu'au printemps (avril-mai), propice au développement des larves.
- Conserver et favoriser une végétation aquatique et des ceintures végétales en bordure de mare, adaptées à la ponte (joncs, laïches, plantain d'eau, menthes, renouées).

Références bibliographiques

Aguesse, 1961⁴ ; Anonyme, 1997¹¹ ; Carchini & Nicolai, 1984⁶² ; Corbet, 1999⁸⁹ ; D'Aguilar & Dommanget, 1998⁹⁵ ; Donath, 1981¹²³ ; Grand & Papazian, 2000¹⁵⁹ ; Heidemann & Seidenbusch, 2002¹⁷³ ; MNHN, 1993²²⁷ ; Médail *et al.* 1993²⁴⁴ ; Moubayed, 1998²⁶⁰ ; Robert, 1958³²² ; Roche, 1990³²³ ; Rombaut, 1994³²⁵ ; Samraoui & Corbet, 2000³⁴⁰ ; Samraoui *et al.*, 1998³⁴¹ ; Shiemenz, 1954³⁵⁰ ; Terzian, 1979³⁶³ ; Thiéry *et al.*, 2002³⁷⁷ ; Utzeri *et al.*, 1976³⁸⁸, 1984³⁹⁰, 1987³⁸⁷, 1988³⁸⁹ ; Wendler & Nüss, 1997⁴⁰².

Auteurs : Jakob C. & J. Fuselier

Collaborateurs : Papazian M., B. Samraoui & N. Yavercovski

Sympetrum fonscolombii (Sélys, 1840) (1) & *Sympetrum meridionale* (Sélys, 1841) (2)

Ordre : Odonates
Sous-ordre : ANISOPTÈRES
Famille : LIBELLULIDAE

Principaux synonymes

(1) *Libellula erythroneura* Schneider, 1845
Libellula insignis Brittinger, 1850
(2) *Libellula hybrida* Rambur, 1842
Libellula nudicollis Hagen, 1850
Libellula meridionalis Sélys, 1841

Noms français : (1) Sympetrum de Fonscolombe,
(2) Sympetrum méridional

Noms anglais : (1) Red-veined Darter, (2) Southern Darter

Description/Critères d'identification

Les *Sympetrum* ont six à huit nervures sur les ailes antérieures. La base des ailes postérieures présente une tache jaune assez développée chez *S. fonscolombii* (mais souvent absente chez *S. meridionale*).

(1) Chez *S. fonscolombii*, les pattes sont noires avec une rayure extérieure jaune.

Mensurations du mâle et de la femelle : abdomen de 22 à 29 mm, ailes postérieures de 26 à 30 mm.

Mensurations de la femelle : abdomen de 22 à 28 mm, ailes postérieures de 26 à 31 mm.

(2) *S. meridionale* a un thorax jaunâtre ou brun, pratiquement dépourvu de noir, et des pattes jaunâtres à peine marquées de noir. Le ptérostigma est jaune à rougeâtre clair, bordé de nervures noires. L'abdomen est rouge chez le mâle et jaune brun chez la femelle.

Mensurations du mâle et de la femelle : abdomen de 22 à 28 mm, ailes postérieures de 20 à 30 mm^{95, 322, 401}.

Espèces proches

Pas de confusion possible pour *Sympetrum fonscolombii*, tandis que *S. meridionale* peut être confondu avec *S. vulgatum ibericum* et *S. sinaiticum*.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

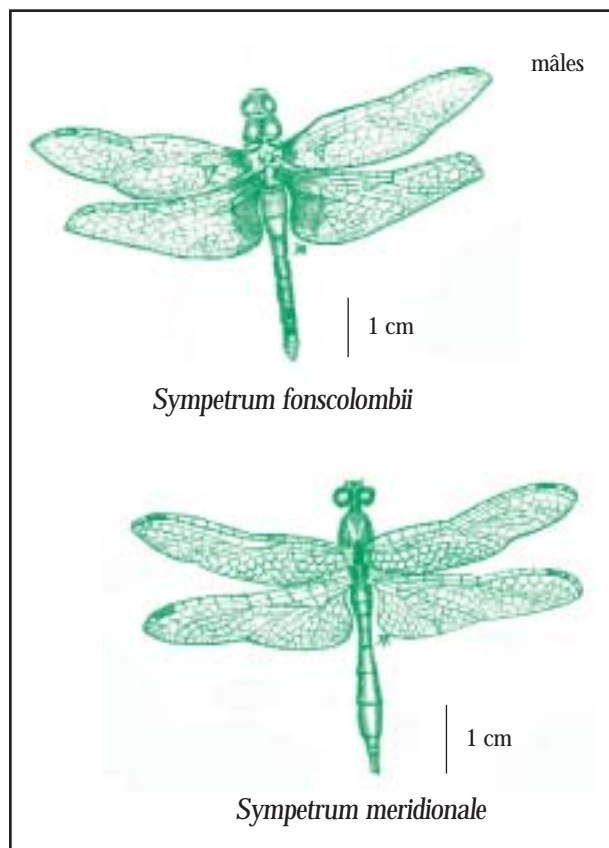
France

(1) *Sympetrum fonscolombii* est présent surtout sur le pourtour méditerranéen, Corse comprise, et dans la vallée du Rhône ; il est bien plus rare dans le reste du pays.

(2) *S. meridionale* a une distribution, identique, mais semble plus fréquent dans le reste du pays^{122, 401}.

Autres pays méditerranéens

Ensemble de l'arc méditerranéen⁹⁵.



Habitat

(1) *Sympetrum fonscolombii* affectionne les eaux stagnantes occasionnellement saumâtres (mares, étangs, rizières, gravières, marais, rivages marécageux des lacs), du niveau de la mer à 2 000 m (parfois bien plus pour des individus erratiques). Il fréquente préférentiellement des zones humides très peu végétalisées (ou végétalisées par des héliophytes* et des hydrophytes*), bien exposées au soleil, et de profondeur d'eau très variable.

(2) *S. meridionale* affectionne également les eaux stagnantes, plus ou moins envahies de végétation, jusqu'à 1 800 m d'altitude^{95, 173}.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Les œufs des *Sympetrum* ont souvent une phase de diapause* après la ponte, et n'éclosent alors qu'après avoir passé l'été ou l'hiver sous forme d'œuf⁸⁹. Cependant, chez *S. striolatum* en Corse il est également possible d'observer une éclosion des larves avant l'hiver et celles-ci passent l'hiver dans l'eau de la mare (Papazian, données non publiées.) Dans les deux cas, ce type de cycle annuel avec une ponte automnale correspond au cycle de mise en eau de mares temporaires méditerranéennes³⁴⁰. *S. meridionale* et *S. fonscolombii* pondent directement dans l'eau (caractère le plus évolué) mais ont conservé partiellement une diapause chez l'œuf.

Les mares temporaires méditerranéennes

(1) Les adultes de *S. fonscolombii* ont un comportement exploratoire marqué et effectuent des déplacements sur de grandes distances (espèce migratrice)^{95, 122}, ce qui explique leurs apparitions soudaines en troupes plus ou moins importantes³²². Les imagos s'observent généralement de mars (espèce précoce) à décembre, essentiellement de mars à juin et d'août à décembre dans les milieux temporaires. Les déplacements en grand nombre observés chez différents *Sympetrum* sur le pourtour méditerranéen sont interprétés comme des vols entre les mares s'asséchant en été et les sites d'estivation³³⁸.

Chez cette espèce, au moins deux générations, voire trois, voient le jour en région méditerranéenne : la première émerge au mois de mars, et, après une période rapide de maturation, pond des œufs qui éclosent après une très courte incubation ; les larves se développent rapidement avant l'exondation complète du plan d'eau et l'émergence de la deuxième génération a lieu³⁴⁰ (Papazian, com. pers.). Cette deuxième génération pond à la fin de l'été ou en automne, au moment de la remise en eau. Dans le sud de la France, soit les œufs (ou une partie des œufs) de la deuxième génération éclosent rapidement et les larves passent l'hiver en diapause, soit ils attendent le printemps suivant pour éclore, en fonction des facteurs biologiques et écologiques (Papazian, com. pers.). Dans le nord-est algérien (Numidie)³⁴⁰, la diapause embryonnaire et larvaire n'est pas observée : les œufs de la deuxième génération éclosent et les larves connaissent pendant l'automne et l'hiver une phase de développement longue en raison des basses températures ; en outre, si l'eau est disponible en été, la deuxième ponte est plus précoce, et l'espèce arrive à accomplir une troisième ponte tard dans la saison, ce qui est également le cas dans le sud de l'Europe dans les rizières³⁴⁰. La ponte s'effectue le plus souvent en tandem (le mâle tenant toujours la femelle). En plein vol, la femelle, dépourvue d'ovipositeur comme tous les Libellulidae, tape la surface de l'eau avec son abdomen ; les œufs ainsi lâchés dans l'eau restent accrochés à un support (une plante aquatique dans le meilleur des cas), avant de tomber vers le fond. En France, la vie larvaire de *S. fonscolombii* (première génération) compte parmi les plus courtes observées chez les Odonates en France (avec *Hemianax ephippiger*). En région méditerranéenne, après une diapause éventuelle due à l'assèchement de la mare ou aux températures hivernales dans l'eau, les œufs éclosent en peu de temps (incubation courte). L'émergence est généralement nocturne, s'étalant de mars en région méditerranéenne⁹⁵, à novembre.

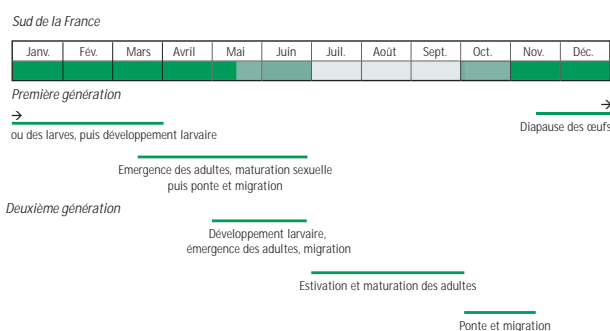
(2) Dans les régions méridionales, les adultes de *S. meridionale* sont visibles de début juin (espèce tardive) à mi-octobre⁹⁵. Dans des mares du nord-est de l'Algérie, Samraoui *et al.*³⁴¹, ont observé la présence d'adultes de *S. meridionale* autour des mares en mai-juin (adultes immatures) et en septembre-octobre (adultes matures). Dans les milieux temporaires, les adultes ont donc tout juste le temps d'émerger avant l'assèchement estival. Ils deviennent matures pendant l'été. A cette saison, dans le nord-est algérien³⁴⁰, ils se dispersent dans des refuges (forêts) à haute altitude où ils effectuent une maturation sexuelle lente (diapause imaginale) ; les adultes parcourent alors jusqu'à 35 km de distance pour estiver à des altitudes supérieures à 1 000 m.

Après la phase de maturation estivale, les adultes retournent, à la fin de l'été ou en automne, sur les sites de ponte, alors généralement inondés, pour se reproduire. Dans le sud de la France (Papazian, com. pers.), les œufs peuvent soit éclore rapidement et les larves passent alors l'hiver en diapause, soit attendre le printemps suivant pour éclore. Dans le nord-est de l'Algérie par contre, le développement larvaire est continu jusqu'à l'émergence des

adultes au printemps de l'année suivante ; il n'y a pas de diapause embryonnaire si l'eau est disponible, mais s'il arrive que l'espèce pond dans des biotopes encore exondés, les œufs peuvent alors résister à la dessiccation jusqu'aux premières pluies³⁴⁰. Contrairement à *S. fonscolombii*, *S. meridionale* n'a donc, en milieu temporaire (sud de la France, Afrique du Nord), qu'une génération par an³⁴¹ (Papazian, com. pers.). La ponte (jusqu'à 550 œufs) s'effectue dans des endroits peu profonds, entre les roseaux et les *Carex*, jusque dans des flaques d'eau.

S. meridionale est une espèce migratrice comme *S. fonscolombii*. La durée de vie des adultes qui survivent à l'estivation est parmi les plus longues connues pour des Anisoptères.

Cycle phénologique simplifié de *Sympetrum fonscolombii*



Conditions environnementales

Hydrologie

- Développement larvaire :

Aguesse⁴ démontre que la ponte n'a pas toujours lieu à une période et dans un lieu favorables au développement larvaire. Il est en effet fréquent chez les Libellulidae, tels que les *Sympetrum*, de voir les femelles déposer leurs œufs sur la bordure externe d'une mare qui ne se remettra pas en eau au moment propice, ou encore à la surface de l'eau d'une mare qui s'assèche quelques semaines plus tard. Si le développement larvaire est compromis par l'absence de remise en eau du site de ponte ou par l'assèchement précoce de la mare, néanmoins ces stratégies de ponte restent globalement efficaces grâce à la diapause (facultative) des œufs en conditions exondées, qui permet aux œufs de résister à l'assèchement. Il faut remarquer que ce groupe d'Odonates a la répartition géographique la plus vaste⁴.

- Diapause d'adultes :

Pour le Nord de l'Afrique, Samraoui *et al.*³⁴¹ décrivent pour *Sympetrum meridionale* une phase adulte prolongée (3-4 mois) et diapausée, sans activité reproductrice durant la phase sèche en été. Von Hagen (*in* Samraoui *et al.*³⁴¹) décrit le même phénomène pour *S. striolatum* en Espagne du sud. Papazian (com. pers.) l'a observé en Corse et dans le sud de la France.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

France continentale

Les deux espèces sont assez fréquentes sur le pourtour méditerranéen, surtout en région PACA (plus localisées au nord) :

- Var : plaine des Maures²⁴⁴ et lacs du Centre-Var³⁷⁷ ; *Sympetrum fonscolombii* est en outre cité sur la Colle du Rouet³²⁵,

dans la plaine de Palaysou³⁶³, dans les bassins de lagunage de Porquerolles, à la retenue de Quinson sur le Verdon, et *S. meridionale* sur la presqu'île de Giens (Papazian, com. pers.).

- Bouches-du-Rhône : *S. fonscolombii* est cité en Crau³⁶³ et en Camargue (Papazian, com. pers.)
- Hérault : *S. fonscolombii* est connu sur le plateau de Roque-Haute³.

Corse

S. fonscolombii est présent sur six des 50 stations prospectées dans le cadre de l'inventaire des odonates de l'île et *S. meridionale* est présent sur dix des 50 stations³²³. Tous deux sont notamment présents sur Padule maggiora et les Tre Padule.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	-
Directive Habitats	-
Protections nationales et régionales	-
Livres et listes rouges	-

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

(1) La fréquentation des plans d'eau limite *Sympetrum fonscolombii* qui est très farouche³²².

Facteurs naturels

(1) L'ombrage des plans d'eau et le développement d'une végétation aquatique très dense nuisent vraisemblablement à *Sympetrum fonscolombii*.

(2) Les mâles de *S. meridionale* sont souvent parasités par des acariens (*Acarus libellulae* De Geer)³²².

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En France, certains sites se trouvent en totalité ou en partie protégés par un statut de Réserve Naturelle (Roque-Haute, Camargue, Les Tre Padule de Suartone) ; d'autres sont inclus dans des périmètres Natura 2000* (Colle du Rouet, plaine des Maures, lacs du Centre Var, mare de Lanau), et parmi ces derniers, certains ont fait, dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires", l'objet d'opérations de maîtrise foncière (quelques secteurs de la plaine des Maures et la mare de Lanau).

Recommandations

Si *Sympetrum fonscolombii* est une espèce commune en région méditerranéenne française, *S. meridionale* est davantage localisé sur la frange littorale et le maintien de ses populations dépend donc surtout de la conservation des mares littorales.

Références bibliographiques

AGRN-RH, 2000³ ; Aguesse, 1961⁴ ; Aguesse, 1968⁵ ; Anonyme, 1997¹¹ ; Corbet, 1999⁸⁹ ; D'Aguilar & Dommanget, 1998⁹⁵ ; Dommanget, 1994¹²² ; Heidemann & Seidenbusch, 2002¹⁷³ ; Médail *et al.*, 1993²⁴⁴ ; Robert, 1958³²² ; Roche, 1990³²³ ; Rombaut, 1994³²⁵ ; Samraoui & Corbet, 2000³⁴⁰ ; Samraoui *et al.*, 1998³⁴¹ ; Terzian, 1979³⁶³ ; Thiéry *et al.*, 2002³⁷⁷ ; Wendler & Nüss, 1994⁴⁰¹.

Auteurs : Jakob C., T. Gendre & J. Fuselier

Collaborateurs : Papazian M., B. Samraoui & N. Yavercovski

Bufo calamita Laurenti 1768

AMPHIBIA
BUFONIDAE

Principaux synonymes

Aucun

Noms français : Crapaud calamite, Crapaud des joncs

Nom espagnol : Sapo corredor

Nom anglais : Natterjack Toad

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

La taille varie entre 40 et 80 mm, allant parfois jusqu'à 90 mm chez la femelle. La silhouette est robuste avec des glandes parotides* proéminentes disposées parallèlement, une pupille horizontale et un iris jaune clair, tirant sur le vert, une coloration dorsale verdâtre à brunâtre généralement parcourue par une ligne medio-dorsale jaune pâle^{125, 333}. Le mâle reproducteur possède des callosités nuptiales brunes sur les doigts. L'espèce se caractérise par son mode de locomotion : contrairement à la plupart des amphibiens, le Crapaud calamite ne saute pas mais trotte rapidement. Il est facile à repérer grâce à son chant sonore qui peut s'entendre jusqu'à un kilomètre de distance.

Espèces proches

Le Crapaud vert (*Bufo viridis*) n'a pas de ligne jaune dorsale ; il est taché d'un beau vert contrastant avec le fond gris cendré.

Le Crapaud commun (*B. bufo*) a l'iris rouge doré.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

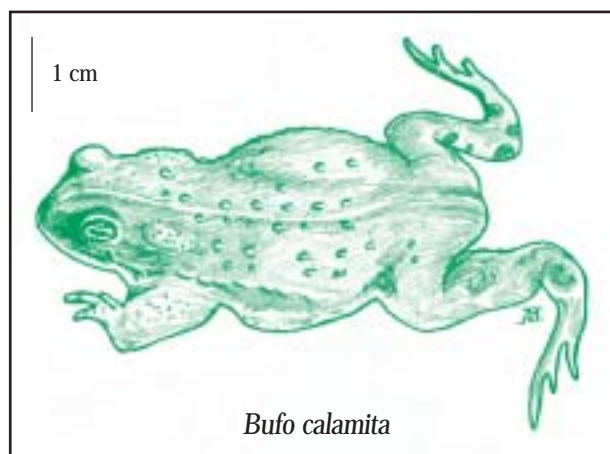
Le Crapaud calamite est répandu sur l'ensemble des régions françaises à l'exception des montagnes élevées (maximum 1 500 m dans les Pyrénées) et de la Corse. L'espèce est présente jusque dans les agglomérations de certaines villes. Abondante dans le sud, sa distribution devient plus morcelée vers le nord.

Autres pays méditerranéens

Le Crapaud calamite est présent en Espagne (à l'exception d'une partie du Nord-Ouest, et des Pyrénées) et au Portugal¹⁶⁸, mais il est absent d'Italie.

Habitat

Le Crapaud calamite est un habitant typique des milieux ouverts, à végétation rase toujours faiblement arborée. Il affectionne les substrats meubles, sableux (arrières-dunes) ou caillouteux (plaine de la Crau, plaine des Maures), les garrigues et maquis dégradés mais aussi les landes froides (plateau de l'Aubrac). Il s'accommode des sites créés par l'homme : parcs et terrains vagues en zone périurbaine. L'habitat aquatique est assez diversifié : mares abreuvoirs, zones inondées sur le cordon dunaire, flaques temporaires, oueds méditerranéens, lacs de carrière, etc.



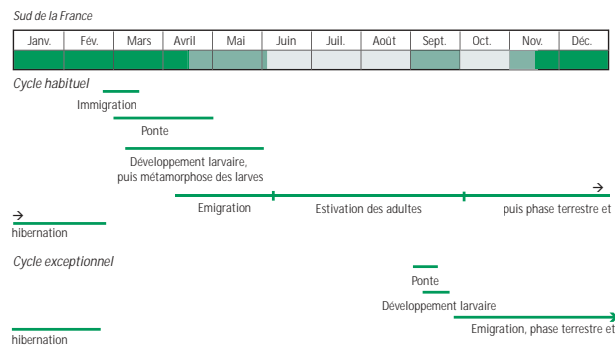
Son habitat se caractérise par une lame d'eau souvent faible (quelques dizaines de centimètres au plus), par l'absence de prédateurs et par une végétation aquatique rare, voire totalement absente.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

C'est une espèce pionnière, qui peut rapidement coloniser des milieux récemment créés, comme des mares temporaires. Elle préfère des sols meubles et sableux. A la recherche d'habitats favorables, un Crapaud calamite peut facilement parcourir plus de 2,5 km²⁶⁸. Les mâles peuvent vivre sept ans tandis que les femelles atteignent parfois 17 ans¹²⁵. Comme presque tous les amphibiens européens, le Crapaud calamite a une phase terrestre et une autre aquatique. La reproduction commence généralement en mars dans le Midi de la France avec des émergences en début d'été (juin). Elle se prolonge jusqu'en juillet plus au nord. Dans le sud, une seconde période de ponte s'observe parfois en fin d'été, à la faveur des orages d'août et de septembre. Les émergences s'effectuent dans ce cas fin septembre ou début octobre. Les mâles forment des chœurs et chantent dans les eaux peu profondes pour attirer les femelles. Après accouplement, les adultes quittent rapidement la mare, et les pontes, posées en cordons (2 500-4 000 œufs par ponte) mettent quelques jours à éclore. Le développement larvaire aquatique est relativement court (quatre semaines à trois mois). Leur développement rapide ne protège pas toujours les jeunes crapauds calamites d'un assèchement précoce dont ils peuvent être les victimes^{184, 185}. Les juvéniles ont une très petite taille à la métamorphose, comparée à d'autres espèces, mais grossissent rapidement. La maturité sexuelle a généralement lieu à partir de trois ans. Les têtards, entièrement noirs, peuvent manger des algues ou des plantes, ainsi que des détritiques²⁶⁸. Les adultes et les juvéniles sont des prédateurs d'insectes terrestres.

Cycle phénologique annuel



Conditions environnementales

Hydrologie

La date d'inondation doit se produire au plus tard début mai, date limite de la reproduction de l'espèce en région méditerranéenne. Cependant, une courte durée d'inondation (deux à cinq mois) ne perturbe pas l'accomplissement du développement larvaire et le succès de la reproduction annuelle.

Substrat de ponte

C'est une des rares espèces à pouvoir se reproduire sans aucune végétation aquatique, dans des mares cimentées, dans des oueds rocheux ou des zones sableuses nues.

Compétition interspécifique

L'espèce évite les mares temporaires utilisées par d'autres espèces, notamment par la Grenouille verte (*Rana perezi*) ou le Crapaud commun ; le tube digestif de certaines espèces contient une algue inhibant la croissance larvaire des têtards de Crapaud calamite¹⁹¹.

Impact des perturbations

L'espèce est fortement adaptée aux milieux instables et de ce fait peu sensible aux perturbations du milieu aquatique. Sa courte durée de développement larvaire, la résistance aux fortes températures, la capacité de parcourir de grandes distances pour se reproduire et la production d'une grande quantité d'œufs en fait une espèce adaptée aux risques d'assèchement et à la colonisation de nouveaux sites. En revanche, elle a besoin de milieux ouverts pour s'alimenter et se déplacer, et décline lorsque le milieu se boise.

Ombrage

Le Crapaud calamite préfère les mares avec une forte insolation et une végétation terrestre plutôt basse, les larves pouvant supporter des températures élevées allant temporairement jusqu'à 40 °C.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Le Crapaud calamite est plutôt abondant en région méditerranéenne, plus rare et dispersé dans le nord de l'Europe¹²⁵. Il est présent dans environ 29 % des Réserves Naturelles de France et 10 % des Réserves Naturelles Volontaires. Par contre, si on tient compte que des Réserves Naturelles localisées dans son aire de répartition française, il est présent dans 48 % d'entre elles¹³⁵.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	Annexe II
Directive Habitats	Annexe IV
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 22/07/1993, J.O. du 09/09/1993 - Espagne, liste nationale ²⁹³ - Portugal, liste nationale ⁵⁹
Livres et listes rouges	- Europe : "à surveiller" ²⁶ - France, livre national : "à surveiller" ²⁴² - Espagne, livre national : "préoccupation mineure" (LC) ²⁹³ - Portugal, livre national : "non menacée" (NT) ⁵⁹

Problèmes de conservation/Menaces

Le Crapaud calamite est une espèce relativement peu menacée en région méditerranéenne, si ce n'est par la progression du couvert forestier.

Facteurs anthropiques

La transformation d'une mare temporaire peu profonde en mare profonde ou même permanente pose problème pour cette espèce. Une telle mare peut accueillir un plus grand nombre de prédateurs invertébrés qu'une mare peu profonde, mais également permettre à d'autres espèces d'amphibiens de se reproduire, freinant ou empêchant ainsi la ponte du Crapaud calamite. Néanmoins, il peut se reproduire localement dans des mares avec le Pélobate (*Pelobates cultripes*), le Pélodyte (*Pelodytes punctatus*), l'Alyte (*Alytes obstetricans*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*), crêté (*T. cristatus*) ou palmé (*T. helveticus*), le Discoglosse peint (*Discoglossus pictus*) et la Rainette (*Hyla meridionalis*). C'est le cas, par exemple, dans la mare de Valligüères ou la mare d'Opoul, dans lesquelles une ségrégation temporelle par rapport aux autres espèces lui permet un succès de reproduction.

L'introduction de poissons provoque le déclin et la disparition de cette espèce.

Enfin, la dégradation, la destruction ou la modification de l'habitat terrestre a des effets néfastes, en exterminant les refuges d'estivation et d'hibernation vitaux pour la survie des amphibiens en Méditerranée (souches d'arbres ou arbustes, rochers, végétation en bordures).

Facteurs naturels

La fermeture du milieu aquatique et terrestre par succession naturelle pose un problème pour une espèce pionnière des milieux ouverts comme le Crapaud calamite. La progression du couvert végétal terrestre, en particulier, est un facteur de déclin avéré : très localement, le couvert végétal constitue des abris, mais à une échelle plus large, il peut être un obstacle aux déplacements, et un habitat nu est plutôt requis (voir la plaine de la Crau où l'espèce atteint des densités extrêmes !).

Risques liés aux populations

La disparition des points d'eau temporaires peu profonds et la destruction des sites de reproduction augmentent le risque d'extinction locale de l'espèce suite à une déconnexion entre habitats.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Un débroussaillage récent autour et dans des mares peu profondes telles que celles de Roque-Haute (végétation terrestre) améliore la qualité de l'habitat et les voies migratoires. Le surcreusement des mares, fréquemment appliqué dans le cas d'une mare devenue très peu profonde par atterrissement*, a un impact négatif sur la population⁵⁶, tout comme la création de mares permanentes à côté de mares temporaires peu profondes³⁵ ; en effet, ces deux mesures favorisent d'autres espèces d'amphibiens compétitrices.

Recommandations

Dans la plupart des cas, le renforcement des populations ou la substitution des habitats détruits par des habitats recréés sont

des méthodes efficaces et souvent plus judicieuses que le surcreusement. Les renforcements de population peuvent se faire par la création d'une série de mares temporaires autour d'un site avec une gamme de profondeurs variables^{35, 27}.

Références bibliographiques

Beebee, 1977²⁴, 1983²⁵, 1985²⁶, 1996²⁷, 1997²⁸ ; Beebee *et al.*, 1993²⁹ ; Biggs *et al.* 2001³⁵ ; Buckley, 2001⁵⁶ ; Cabral *et al.*, 1999⁵⁹ ; Duguet & Melki, 2003¹²⁵ ; Fiers, 1998¹³⁵ ; Günther, 1996¹⁶⁸ ; Jakob *et al.*, 1998¹⁸⁵, 2003¹⁸⁴ ; Joly, 1994¹⁹¹ ; Maurin, 1994²⁴² ; Nöllert & Nöllert, 1996²⁶⁸ ; Plueguezuelos, 2002²⁹³ ; Salvador & Garcia-Paris, 2001³³³

Auteur : Jakob C.

Discoglossus sardus Tschudi, 1837

AMPHIBIA
DISCOGLOSSIDAE

Principaux synonymes
Aucun

Nom français : Discoglosse sarde
Nom italien : Rana Tirrenica
Nom anglais : Tyrrhenian painted Frog

Sous-espèces
Aucune

Description/Critères d'identification

Le Discoglosse sarde est un amphibien de petite taille à l'allure élancée, ressemblant fort à une grenouille (genre *Rana*). Les mâles, un peu plus grands que les femelles, atteignent 5 cm de longueur museau-cloaque. La coloration dorsale est très variable, le plus souvent brunâtre mais parfois rougeâtre, grisâtre, voire verdâtre, plus ou moins tachée de motifs sombres disposés de façon irrégulière sur l'ensemble du corps. Un bandeau clair joint les deux yeux sur le dessus de la tête. Ce motif donne à l'animal un aspect de feuille morte qui le rend très mimétique à terre et dans l'eau. Les membres postérieurs sont barrés de clair et de sombre. Le ventre est de couleur crème perlée plutôt uniforme. La pupille est en forme de goutte d'eau et le tympan n'est pas visible. Les pontes sont composées de quelques dizaines d'œufs, dissociés ou formant des nappes au fond de l'eau. Les œufs, grisâtres ou bicolores, ont un diamètre de 1 à 1,5 mm et sont contenus dans une capsule gélatineuse de 3 à 4 mm.

Les têtards, de petite taille, sont de couleur sombre assez semblables à des têtards de *Bufo*. Comme tous les Discoglossidés, ils portent un spiracle* en position ventrale.

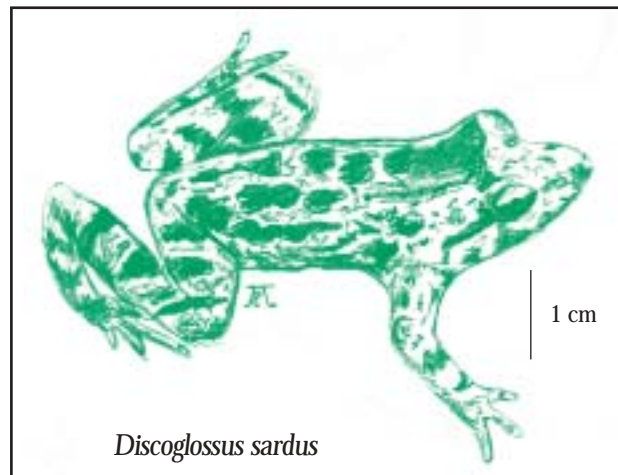
Espèces proches

Le Discoglosse sarde est une espèce jumelle du Discoglosse corse avec lequel il a été confondu jusqu'en 1984. Par rapport à cette dernière espèce, le membre postérieur, placé en extension le long du corps, est plus court : le talon arrive en général entre l'œil et la pointe du museau mais ne le dépasse pas. Le museau est plus pointu et la partie située entre l'œil et la narine légèrement inclinée.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Le Discoglosse sarde est limité aux îles tyrrhéniennes françaises et italiennes : Sardaigne et certains îlots, Corse et îles Lavezzi, Archipel toscan (îles Giglio, Montecristo), île fossile du Monte Argentario, îles d'Hyères orientales (Port-Cros et Levant). Cet isolement est sans doute très ancien, ce qui fait de chacune de ces populations des entités évolutives distinctes et originales. En Corse, il occupe une bonne partie de l'île, du niveau de la mer jusqu'à 1 300 m au moins. Sur Port-Cros, il fréquente tous les ruisseaux de l'île, notamment le vallon de la Solitude et le vallon Notre-Dame. Il semble plus rare sur l'île du Levant où des projections restent à conduire pour préciser son statut.



Habitat

L'espèce occupe des habitats variés, depuis le maquis bas jusqu'aux forêts matures de chênes ou de pins. Elle est peu exigeante dans le choix des sites de reproduction : sources, marais côtiers, canaux, torrents et ruisseaux, vasques isolées du cours principal de rivières, réservoirs et fontaines. Elle exploite tout particulièrement des pièces d'eau non pérennes dont l'alimentation, en région littorale, est aléatoire (flaques isolées, suintements, mares temporaires etc.). Il n'est pas rare que des pontes échouent, desséchées par l'évaporation ou emportées par des crues. Cette espèce peut se reproduire dans des eaux relativement saumâtres et, contrairement au Discoglosse corse, s'adapter à des milieux perturbés ou modifiés (ruisseaux pollués aux abords de villages, retenues artificielles). Hors période de reproduction, on peut observer l'espèce sous des amas de feuilles ou sous des troncs, à plusieurs centaines de mètres du milieu aquatique.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

L'espèce est active une bonne partie de l'année, de jour comme de nuit, mais sort principalement lors des épisodes pluvieux de l'automne (octobre-novembre) et de la fin de l'hiver (février-avril). La reproduction s'observe d'octobre à avril, en général à la suite de fortes pluies (deux à trois nuits après le début des pluies). Le chant d'appel des mâles est discret, peu sonore et limité aux périodes de reproduction. Les mâles arrivent les premiers sur les sites de pontes et y restent plus longtemps que les femelles. L'accouplement est bref et les œufs sont expulsés par paquets de 20 à 50. Ils donneront naissance à de petits têtards au bout de trois jours environ. Ceux-ci se développent rapidement et atteignent la métamorphose entre quatre et six semaines. Quelques uns, issus de pontes automnales grandissent beaucoup plus lentement (20-25 semaines) pendant l'hiver. En Corse, comme à Port-Cros, les pontes sont très étalées. Plusieurs générations de têtards se côtoient en un même lieu et il est courant d'observer simultanément des pontes, des têtards de toutes tailles et des imagos.

À la métamorphose, les individus sont très petits (environ 8 mm) et ressemblent en tous points aux adultes. Ils atteignent 16 mm un an plus tard, 30 mm au bout de deux ans et 45 mm en fin de troisième année. La longévité atteint sans doute neuf à dix ans. Le régime alimentaire est constitué de petits invertébrés saisis à terre : isopodes, araignées et divers insectes.

Les mares temporaires méditerranéennes

Cycle phénologique

Sud de la France

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.

Cycle habituel



Cycle occasionnel



Conditions environnementales

Hydrologie

L'espèce est parfaitement adaptée à l'imprévisibilité du régime hydrique méditerranéen (reproduction très étalée dans le temps, brièveté du développement des larves) ce qui la rend peu vulnérable aux aléas climatiques.

Habitat aquatique

Le Discoglossus sarda adopte presque tous les types de milieux aquatiques pour se reproduire, à l'exception des eaux vives et des grands plans d'eau. Cette espèce utilise le territoire de façon diffuse, sans spécialisation marquée pour un type d'habitat. Les mares ne sont donc pas indispensables au maintien des populations, contrairement à d'autres amphibiens.

Une légère salinité est tolérée ainsi qu'une turbidité importante (flaque boueuse). Les pollutions d'origine organique ne semblent pas avoir d'incidence sur la reproduction. En général, l'espèce utilise les pièces d'eau temporaires de petite taille, plutôt ensoleillées, bien qu'un couvert végétal assez important puisse être toléré.

Habitat terrestre

Presque tous les types d'habitats sont occupés : forêts denses, maquis, ou zones partiellement urbanisées.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

La plupart des populations sont en fort effectif, excepté sur certains îlots pratiquement dépourvus d'eau douce comme les Lavezzi. La Corse accueille sans doute les effectifs les plus importants. En Sardaigne, l'espèce semble moins commune et elle n'y est connue que d'un faible nombre de localités. On ne dispose pas de données quantitatives pour l'Archipel toscan, mais selon Knoepffler¹⁹⁷, les îles de Giglio et Montecristo abritent des populations abondantes du fait de bonnes ressources en eaux douces. Sur Port-Cros, Knoepffler estimait la population à 5 000 adultes environ, à la fin des années 1950. Des observations récentes montrent que les effectifs pourraient être plus réduits aujourd'hui. Il y a quelques années, l'introduction de poissons dans la retenue artificielle qui concentre une bonne part des reproducteurs de l'île avait réduit le potentiel reproductif de la population. L'éradication des poissons en 2001 a permis de rendre le site à nouveau disponible pour les discoglosses qui s'y sont largement reproduits en 2002-2003 (Joyeux, com. pers.). Sur l'île du Levant,

Knoepffler¹⁹⁸ considérait l'espèce commune dans les années 1950-1960, mais menacée par le déboisement de l'île, la destruction des points d'eau et l'impact de la couleuvre vipérine sur les larves et les adultes. Aucune recherche n'a été faite depuis pour connaître la situation actuelle de cette population. La plupart des sites occupés se situent sur des îles escarpées peu propices à l'agriculture et globalement bien conservées.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	Annexe II
Directive Habitats	Annexes II et IV
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 22/07/1993, J.O. du 09/09/1993 - Italie, protection régionale (Sardaigne, Toscane) : loi régionale du 29/07/1998
Livres et listes rouges	- France, livre national : "rare" ²⁴² - Italie, livre national ¹⁴

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Du fait de sa faible spécialisation, les menaces sont modérées sur cette espèce. Les barrages créent des ruptures dans la distribution des populations et réduisent les sites de reproduction, la pollution des eaux affecte sans doute les pontes et les larves. Une menace non négligeable est celle des incendies de forêts, qui ont pour effet, outre la destruction des adultes, de modifier profondément le régime hydrique des cours d'eau (régime plus torrentiel) et la nature des sites de reproduction (apport de cendres et de sédiments). Les populations littorales sont sans doute affectées par les traitements anti-moustiques (Corse) et par l'extension de la Grenouille de Berger (*Rana bergeri*), d'introduction vraisemblablement récente en Corse. L'introduction de poissons dans les eaux closes (petits barrages, étangs) constitue une menace avérée (cas du Parc de Port-Cros). Il convient tout particulièrement de contrôler l'introduction d'espèces compétitrices ou prédatrices allochtones sur les îles (écrevisses américaines, poissons, grenouilles) qui aurait des effets sans doute désastreux sur cette espèce.

Facteurs naturels

Les menaces naturelles sont peu nombreuses en dehors du phénomène incendie qui peut, dans certains cas, constituer une menace forte (petites îles boisées comme Port-Cros). La reforestation constitue une menace avérée pour certaines populations, en limitant les zones de reproduction (ombrage des surfaces d'eau libres, et réduction de ces surfaces par accumulation de litière).

Risques liés aux populations

Il s'agit essentiellement de conserver des effectifs suffisants pour contrer les risques d'extinctions aléatoires, particulièrement importants en situation insulaire.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Le Discoglossus sarda est présent dans de nombreux sites bénéficiant, en France et en Italie, de protections réglementaires (Parc

National de Port-Cros, Réserves Naturelles de l'étang de Biguglia, de Scandola et des Bouches de Bonifacio en Corse, Parc Naturel Régional de Corse, Parc Naturel des îles toscanes) ou foncières (en France, sites du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres et forêts domaniales de Corse).

L'intégration au Réseau Natura 2000* de la plupart de ces espaces dans lesquels la conservation de l'espèce est généralement prise en compte dans le plan de gestion, est proposée. L'espèce fait l'objet d'études dans le Parc National de Port-Cros et en Corse. Un inventaire des populations de l'île du Levant est envisagé.

Recommandations

- Il conviendrait de préciser le statut de certaines populations encore méconnues : îles de l'Archipel toscan (Italie) et île du Levant (France).
- Sur Port-Cros, le développement du manteau forestier mériterait d'être contenu au niveau des principaux sites de reproduction par des abattages sélectifs en bord de ruisseau. Par ailleurs, la constitution de barrages en pierres sèches le long des cours

d'eau, réalisée dans les premières années du Parc pour retenir les sédiments, mériterait d'être reconsidérée : les amas de feuilles accumulées au fil des ans ont eu pour effet de combler le lit des ruisseaux de l'île, favorisant ainsi une circulation souterraine de l'eau, et donc une réduction de l'eau libre utilisable par la faune aquatique. Le nombre des sites de ponte s'en est trouvé diminué de façon importante.

Références bibliographiques

Anonyme, 2004¹⁴ ; Capula & Corti, 1993⁶¹ ; Cheylan & Massemin, 1999⁷³ ; Cheylan, 1983⁷⁵ ; Delaugerre & Cheylan 1992¹⁰³ ; Delaugerre 1999¹⁰⁴ ; Gasc *et al.*, 1997¹⁵² ; Knoepfler, 1962¹⁹⁷, 1973¹⁹⁸ ; Maurin, 1994²⁴² ; Pesme, 2001²⁸⁷ ; Salvidio *et al.*, 1997³³⁵, 1998³³⁷, 1999³³⁶ ; Vandenbrouck, 1996³⁹³

Auteurs : Cheylan M. & M. Delaugerre

Pelobates cultripes (Cuvier, 1829)

AMPHIBIA
PELOBATIDAE

Principaux synonymes

Aucun

Noms français : Pélobate cultripède ou Crapaud à couteaux

Nom espagnol : Sapo de espuelas

Nom portugais : Sapo-de-unha-negra

Noms anglais : Western Spadefoot ou Iberian Spadefoot Toad

Sous-espèces

Aucune

Description/Critères d'identification

Le Pélobate cultripède est un amphibien d'assez grande taille (10-11 cm), d'allure trapue. La tête est courte, surmontée de grands yeux protubérants. Le tympan n'est pas visible. La peau est lisse, la robe variable mais généralement jaune verdâtre à brun, fortement tachée de motifs bruns plus ou moins confluent, selon un motif propre à chaque individu. Sur le terrain, il se reconnaît d'emblée à son attitude dressée. Le dimorphisme sexuel est assez ténu, mis à part la présence, chez le mâle, d'une protubérance de couleur jaune en forme de lentille sur les avant-bras. Au niveau du talon, on note la présence d'une lame cornée noire, utilisée pour fouir le sol. Les têtards, très gros en fin de développement (jusqu'à 12 cm) se caractérisent par un corps ovoïde volumineux, et une coloration gris plombé à verdâtre, finement tachée de doré. Le voile caudal* est de forme lancéolée, pointu à son extrémité et pratiquement exempt de taches. Au sortir de l'eau, les jeunes mesurent en moyenne 25 mm pour un poids de 1,5 à 2 g. La ponte a la forme d'un long cordon, épais de 12 à 20 mm de diamètre pour une longueur moyenne de 1,1 mètre. Les pontes sont souvent groupées, emmêlées les unes aux autres en bordure des pièces d'eau, généralement accrochées à la végétation, entre 0 et 20 cm de profondeur. Elles se distinguent des pontes des crapauds "vrais" par une disposition irrégulière des œufs au sein du cordon et un nombre d'œufs plus importants.

Espèces proches

Pas de confusion possible, si ce n'est au niveau des têtards.

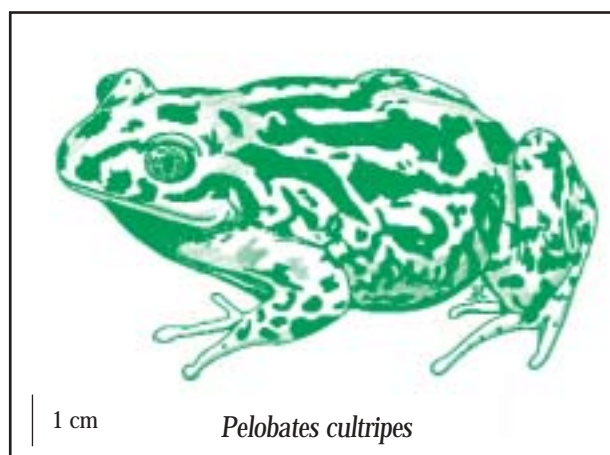
Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

Le Pélobate cultripède occupe les régions méditerranéennes du sud-ouest de l'Europe : Portugal, Espagne, sud et sud-ouest de la France. En France, les populations forment deux noyaux distincts : un noyau méditerranéen qui s'étend vers l'est jusqu'aux environs de Fréjus dans le Var et jusqu' en Ardèche dans la vallée du Rhône, et un noyau atlantique, distribué depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'à la presqu'île de Guérande en Loire-Atlantique.

Habitat

Le Pélobate cultripède affectionne tout particulièrement les milieux ouverts : plateaux arides, zones sableuses, garrigues et



maquis dégradés, prés pâturés et cultures méditerranéennes, jusqu'à 800 mètres d'altitude dans le sud de la France et jusqu'à 1 700 m dans la péninsule ibérique. En Espagne, il est courant dans les paysages de dehesas* du sud-ouest ibérique et aux embouchures des fleuves (Marismas du Guadalquivir).

Les sites de reproduction sont assez divers : mares permanentes ou temporaires, dépressions dunaires, fossés de marais, lavognes* maçonnées, gravières, retenues collinaires.

Ecologie

Caractéristiques biologiques

Comme la plupart des amphibiens méditerranéens, le Pélobate est surtout actif en période hivernale et printanière, de novembre à mai dans le sud de l'Espagne, de mars à juin puis de fin août à novembre en France. Exclusivement nocturne, il s'active surtout par jours de pluie, dès que la température atteint 8 °C. De jour, l'animal reste enfoui dans le sol à une profondeur de 6 à 20 cm, jusqu'à 40 cm et plus en hiver.

La période de reproduction varie en fonction des conditions climatiques locales. Elle s'étale d'octobre à février dans le sud de la péninsule ibérique et de fin février à début mai dans le centre de l'Espagne. Dans le sud de la France, la reproduction adopte un cycle nettement bimodal avec une période de ponte automnale plus ou moins régulière (septembre à novembre) et une période de ponte printanière généralement placée entre la troisième semaine de février et fin avril, parfois jusqu'à début mai. Le déclenchement de cet événement est conditionné par des pluies répétées durant plusieurs jours (20 mm) avec une température extérieure de 9 à 16 °C. Les reproducteurs arrivent au crépuscule dans les sites de reproduction et se tiennent sous quelques centimètres d'eau à proximité immédiate de la rive. Les mâles les plus grands arrivent les premiers, parfois avant les femelles, pour une durée de une à huit nuits. Les femelles restent en général une à trois nuits sur le lieu de reproduction. Durant l'amplexus*, qui est en moyenne de 72 heures, le mâle et la femelle émettent un chant, semblable aux caquètements d'une poule.

En Espagne, la ponte compte en moyenne 2 318 œufs alors que sur un site de l'île d'Oléron, elle est en moyenne de 960 œufs. Les cordons d'œufs sont enroulés autour de la végétation et déposés à faible profondeur, généralement à moins de 20 cm sous la surface. Les têtards consomment principalement de la matière végétale, des algues et des phanérogames, mais aussi des débris. Lorsque la nourriture vient à manquer, ils peuvent consommer les têtards d'autres espèces ou de leur propre espèce.

Le développement larvaire dure en général trois mois et demi pour les pontes du printemps, jusqu'à huit mois pour les pontes d'automne. Les métamorphoses s'observent majoritairement en juin et juillet. Certains têtards n'effectuent pas leur métamorphose durant l'été et sont encore à l'eau en automne. Dans ce cas, il est probable qu'ils ne se métamorphosent qu'après un an. Le régime alimentaire des adultes est composé uniquement d'invertébrés : araignées, opilions, coléoptères, hémiptères, hyménoptères, lépidoptères, orthoptères, diptères, fourmis et larves d'insectes. La longévité de certains individus peut atteindre 10-15 ans, la maturité sexuelle semble être atteinte à deux ans. Les prédateurs aquatiques sont nombreux : larves de libellules, dytiques, couleuvres aquatiques, hérons.

Cycle phénologique

Sud de la France

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.

Cycle habituel



Cycle occasionnel



Conditions environnementales

Hydrologie

La longueur du cycle larvaire constitue un handicap majeur pour l'espèce, notamment en raison de l'imprévisibilité du climat méditerranéen. De nombreuses reproductions sont donc vouées à l'échec, soit par assèchement précoce du site de reproduction, soit par une mise en eau trop tardive. De façon idéale, la mise en eau devrait s'initier fin octobre et s'achever fin juillet.

Habitat aquatique

Il se caractérise généralement par une profondeur d'eau assez importante, le plus souvent supérieure à 70 cm. Les pontes sont déposées de préférence sur la végétation immergée, à proximité immédiate des berges, dans une eau n'excédant pas 5 g de sel par litre (les têtards tolèrent une salinité légèrement supérieure, pouvant atteindre 10 g.l⁻¹). Les sites de reproduction se caractérisent par le faible volume des hydrophytes*. Les plus fortes densités de têtards sont atteintes pour des biovolumes d'hydrophytes inférieurs à 10 kg/m³.

Habitat terrestre

La présence d'espaces découverts semble un élément prépondérant. Ses caractéristiques peuvent être sinon très diverses : cordons dunaires littoraux, pelouses sèches, landes peu arborées, garrigue, bois de chênes ou de pins, plateaux arides, zones agricoles, sur substrat sableux, caillouteux voire rocheux. En zone sableuse, la présence de lapins semble le favoriser : il utilise les terriers en journée pour se mettre à l'abri. Le pâturage, notamment ovin, lui est également bénéfique.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

Le Pélobate est actuellement en déclin sur l'ensemble de son aire de distribution. Ce déclin est dû à la destruction des sites de reproduction ou des habitats terrestres, à l'utilisation généralisée de pesticides et à la fragmentation croissante des populations. En France, le nombre de stations recensées n'excède pas 150. L'espèce est particulièrement menacée aux marges de sa distribution, spécialement dans le département du Var où ne subsistent que deux stations sur les quatre connues historiquement, mais aussi dans les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse et l'ensemble des départements de la côte atlantique. La plupart des sites de reproduction retiennent moins de 100 individus, quelques dizaines étant la norme. Six sites du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages lacustres et quatre Réserves Naturelles accueillent l'espèce.

En Espagne, la situation est préoccupante dans la plupart des provinces. Le déclin semble avoir été particulièrement fort au cours des dernières décennies. Dans bien des cas, la survie de l'espèce dépend du maintien d'un seul site de reproduction.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	Annexe II
Directive Habitats	Annexe IV
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 22/07/1993, J.O. du 09/09/1993 - Espagne, liste nationale ²⁹³
Livres et listes rouges	- France, livre national : "vulnérable" ²⁴² - Espagne, livre national : "quasi menacé" (NT) ²⁹³ - Portugal, livre national : "non menacé" (NT) ⁵⁹

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Les impacts de nature anthropique concernent à la fois la destruction des habitats terrestres (mises en culture, urbanisation) et aquatiques (comblement des mares), l'introduction d'espèces exotiques concurrentes ou prédatrices (poissons, écrevisses américaines, grenouilles rieuses), l'utilisation de produits toxiques (pesticides) et la destruction des animaux (trafic routier). Les populations littorales sont spécialement affectées par les aménagements touristiques et par les traitements anti-moustiques. Dans l'intérieur des terres, c'est la déprise rurale et la progression de la forêt qui constituent les deux principales causes de déclin.

Facteurs naturels

La principale menace est d'ordre météorologique, soit que l'assèchement intervienne avant la métamorphose des têtards, soit qu'une brusque période de sécheresse abaisse le niveau de l'eau en dessous des cordons d'œufs, généralement déposés à fleur d'eau, à proximité immédiate du bord. Certains prédateurs (le Putois notamment) peuvent avoir un impact important sur les adultes en phase de reproduction.

Risques liés aux populations

Il s'agira essentiellement de conserver des effectifs suffisants pour contrer les risques d'extinctions stochastiques, ainsi qu'un réseau de connexions entre populations assez dense pour assurer un flux d'individus et, par là, un flux de gènes. Des distances entre sites inférieures à un kilomètre semblent souhaitables.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

En France, si certains de ses habitats sont situés dans des espaces protégés (voir *supra*), l'espèce ne fait pas l'objet de mesures de conservation spécifiques, hormis des protocoles de suivis mis en place sur certains sites de Charente-Maritime, en Camargue (domaine de la Tour du Valat), sur le site de Valliguières dans le Gard, dans la Réserve Naturelle de Roque-Haute dans l'Hérault, dans le Parc du Lubéron dans le Vaucluse et sur le site de Suzela-Rousse dans la Drôme.

Recommandations

Il conviendrait, en premier lieu, de maintenir la cohésion spatiale des sites de reproduction, le cas échéant en recréant des sites favorables dans les secteurs récemment abandonnés. Ceci pourrait être conduit expérimentalement sur plusieurs sites : la presqu'île de Giens et la plaine de Palayson dans le Var, la vallée du Calavon dans le Vaucluse, le plateau d'Aumelas dans l'Hérault.

Il conviendrait, par ailleurs, de développer des actions sur certains sites de reproduction : information des propriétaires et des communes, mise en place de conventions de gestion, etc. En terme de gestion, les actions à mener en priorité sont les suivantes : contrôler l'introduction d'espèces indésirables (écrevisses de Louisiane, poissons, tortues aquatiques etc.), assurer une hydro-période* compatible avec le cycle reproducteur de l'espèce, contenir le couvert végétal sur 100 à 200 m de rayon par le pâturage et/ou le débroussaillage, disposer en bord de mare des abris favorisant la survie des jeunes nouvellement formés.

Références bibliographiques

Alvarez *et al.*, 1990⁸ ; Busack & Zug, 1976⁵⁷ ; Cabral *et al.*, 1999⁵⁹ ; Cei & Crespo, 1971⁶⁵ ; Cheylan & Poitevin, 1999⁷⁴ ; Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, 1998⁸⁴ ; Diaz-Paniagua & Arrizabalaga, 1987¹¹¹ ; Diaz-Paniagua, 1983¹¹², 1985¹¹³, 1986¹¹⁴, 1988¹¹⁵, 1990¹¹⁶ ; Dohogne, 1999¹²⁰ ; Doménech, 1994¹²¹ ; Duguet & Melki, 2003¹²⁵ ; Fiers, 1998¹³⁵ ; Garcia-Paris, 1990¹⁴⁷ ; Gasc *et al.*, 1997¹⁵² ; Lescure, 1984²⁰⁹ ; Lizana *et al.*, 1994²¹⁴ ; Maurin, 1994²⁴² ; Nöllert & Nöllert, 1995²⁶⁷ ; Petit & Lomont, 1958²⁸⁸ ; Pleguezuelos & Lizana, 2002²⁹³ ; Rodriguez, 1988³²⁴ ; Salvador & Garcia-Paris, 2001³³³ ; Salvidio & Quero, 1987³³⁴ ; Thirion, 1996³⁷⁸, 2001³⁷⁹.

Auteur : Cheylan M.

Triturus cristatus (Laurenti, 1768)

AMPHIBIA
SALAMANDRIDAE

Principaux synonymes
Aucun

Nom français : Triton crêté
Nom italien : Tritone crestato
Noms anglais : Great crested Newt, Warty Newt

Sous-espèces
Aucune

Description/Critères d'identification

Triton de grande taille (longueur totale des adultes : 19 cm) de couleur brun foncé ou presque noire, finement piqué de blanc sur les flancs. Le ventre, jaune/orange, est tacheté de noir. La peau, très caractéristique, est verruqueuse. En période de reproduction, le mâle développe une crête dorsale et caudale de grande taille, fortement découpée. Dans sa partie médiane elle est ornée d'un miroir argenté. Les femelles et les juvéniles présentent une ligne dorsale orange. La gorge est grisâtre, ponctuée de blanc.

Espèces proches

- Le Triton de Blasius (*Triturus blasii*) est un hybride entre le Triton crêté et le Triton marbré ; il se distingue du Triton crêté par sa face ventrale, noir verdâtre dans sa partie supérieure, jaunâtre tachée de noir et finement ponctuée de blanc dans sa partie inférieure.
- Le Triton crêté italien (*T. carnifex*) a une aire presque totalement disjointe de celle du Triton crêté. Ses pattes sont plus longues, son corps moins allongé et sa coloration dorsale, plus claire, fait apparaître de nombreuses taches noires ; la crête du mâle est moins haute et moins profondément dentelée.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

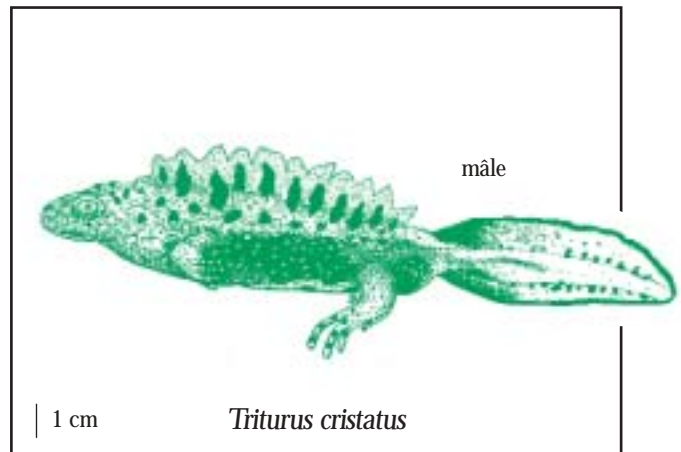
France

L'espèce occupe la moitié septentrionale de la France, au nord d'une ligne Charentes-Savoie. Dans la moitié sud de la France, il n'est actuellement connu que de quelques stations : une à Arles dans les Bouches-du-Rhône, une dans le Gard⁵¹, deux dans la Drôme et une dans le sud de l'Ardèche.

Autres pays

L'aire de répartition s'étend depuis la Grande Bretagne à l'ouest jusqu'aux monts Oural en Russie et, du nord au sud, du sud de la Scandinavie jusqu'à l'Autriche et le nord de la Roumanie. L'espèce est absente en Espagne et au Portugal. Dans les pays sud-méditerranéens, il est remplacé par deux espèces vicariantes auparavant considérées comme des sous-espèces de *Triturus cristatus* :

- *T. carnifex* (Laurenti, 1768) en Italie et dans les Balkans ;
- *T. karelinii* (Strauch, 1870) sur les côtes nord-ouest de la Mer Égée (Turquie, Grèce).



Habitat

Description générale des stations

Le Triton crêté est une espèce de plaine vivant principalement dans les mares permanentes et/ou temporaires à assèchement estival, dépourvues de poissons.

Les trois stations occupées en région méditerranéenne sont constituées :

- D'une dépression marneuse en zone calcaire couverte de pinèdes, garrigues de chênes-verts, landes à genévriers et vignes (Valliguières dans le Gard, voir vol. 1, encadré 26).
- D'une petite carrière bordée d'iris des marais et de roseaux (Peyreguil, dans le Gard).
- D'une zone marécageuse comportant des saules et des roseaux, ceinturée par l'urbanisation et dégradée (Trinquetaille, à Arles).

Ecologie

Caractéristiques biologiques

En région méditerranéenne, les seules informations concernant le cycle biologique de l'espèce proviennent de l'étang de Valliguières. Sur ce site, la phase aquatique est variable selon les années, en accord avec les périodes de mise en eau. En condition "normale", les tritons arrivent à la mare en novembre/décembre et repartent vers mai. Le temps de séjour aquatique est d'environ 80-90 jours³³.

L'alimentation des adultes repose principalement sur les insectes aquatiques et terrestres¹⁹. Les larves se nourrissent de proies aquatiques (surtout des micro-crustacés).

La reproduction débute en avril-mai. La femelle pond 200 à 500 œufs par an²⁴⁸, disposés un par un sous des feuilles de plantes immergées qu'elle replie avec ses pattes postérieures (essentiellement des supports à feuilles larges comme *Ranunculus gr. peltatus*, *Glyceria fluitans*, etc.). Le développement embryonnaire, variable selon la température de l'eau, dure de deux à trois semaines. Il est suivi par une vie larvaire libre de deux ou trois mois qui aboutit à la métamorphose le plus souvent en fin d'été (mi-juillet à août, exceptionnellement jusqu'à septembre si la mare n'est pas totalement asséchée). Les jeunes tritons sortent alors de l'eau et recherchent un abri humide dans le milieu environnant où se cacher et se nourrir. Après deux ans, en conditions optimales, ils acquièrent la maturité sexuelle (les mâles, généralement un an avant les femelles¹⁴⁰) et reviendront à l'eau pour se reproduire. Les immatures de *Triturus cristatus* ont tendance à apparaître plus tardivement dans la mare que les adultes. La survie adulte est assez

Les mares temporaires méditerranéennes

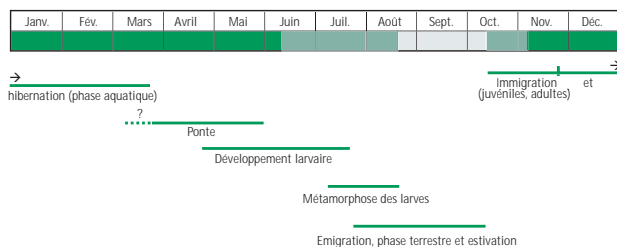
élevée²⁴⁷ : entre 60 et 75 % selon les années. La longévité maximale atteinte dans la nature est de 14 à 18 ans.

Le Triton crêté est connu pour une fidélité assez marquée aux sites de reproduction, les fluctuations locales du succès reproducteur étant compensées par une grande longévité. Les tritons semblent ne pas coloniser de nouveaux sites de reproduction lorsque ceux-ci sont situés à plus de 400 m de leur mare d'origine²⁰. Le taux de dispersion des juvéniles peut atteindre un kilomètre maximum^{15, 202}.

Pendant la phase terrestre, les individus se cachent sous des pierres, sous des morceaux de bois ou dans une anfractuosité du sol, à quelques centaines de mètres, au plus, des lieux de ponte. La fidélité aux sites terrestres semble être liée à des "bouquets d'odeurs" différents qui les caractérisent, l'orientation se faisant au moyen de l'olfaction¹⁷⁰.

Cycle phénologique

Sud de la France



Conditions environnementales

Hydrologie

Le succès de la reproduction est conditionné par la présence d'eau dans la mare jusqu'à la fin juillet, condition indispensable à la métamorphose des juvéniles.

Habitat aquatique

Il doit être relativement large et profond (> 1m), bien ensoleillé et dépourvu de poissons. La présence de macrophytes* est indispensable au dépôt des pontes et au développement d'une faune invertébrée abondante, cependant la couverture végétale ne doit pas excéder 20 % de la superficie en eau (maximum toléré par les individus reproducteurs)⁸⁸.

Habitat terrestre

La présence de zones boisées à proximité immédiate du site semble nécessaire à la survie des adultes (et des jeunes nouvellement formés) durant la phase terrestre¹⁸⁸. L'existence d'abris naturels (amas de bûches, tas de pierres, murets) constitue également un élément favorable. Les fossés et les haies sont des corridors biologiques qui favorisent la dispersion.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

En raison de leur isolement, les populations du Midi méditerranéen sont très menacées à court terme. La station de Trinquetaille

(Bouches-du-Rhône) est située dans un contexte périurbain très dégradé. La station de Valliguières (Gard) fait l'objet de mesures conservatoires efficaces depuis trois ans mais son isolement, ses faibles effectifs (environ 200 individus) et l'irrégularité de la reproduction, rendent sa survie aléatoire à moyen et long terme. La population de Peyreguil (Gard) reste mal connue. La présence de poissons constitue une menace forte pour cette dernière.

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	Annexe II
Directive Habitats	Annexes II et IV
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 22/07/1993, J.O. du 09/09/1993
Livres et listes rouges	- France, livre national : "vulnérable" ²⁴²

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

La destruction des sites de pontes (comblements des mares), l'altération du milieu agricole par de nouvelles pratiques de gestion, la déconnexion des différentes populations par la fragmentation de l'habitat²⁰³, et l'introduction d'espèces allochtones compétitives (Grenouille rieuse, poissons, écrevisses américaines), constituent les principaux facteurs de déclin.

Facteurs naturels

L'assèchement répété des sites de reproduction peut, à terme, menacer la pérennité de la population¹⁶¹ ; l'impact des sangliers lors de l'émergence des jeunes tritons représente également une menace.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Un suivi de la population de l'étang de Valliguières est en cours depuis l'année 2000²¹⁶ dans le cadre du projet LIFE "Mares Temporaires". Dans les travaux envisagés (voir vol. 1, encadré 50), figurent :

- Le surcreusement de la mare afin de prolonger la période d'inondation, et de rendre ainsi la reproduction plus régulière.
- La mise en place d'une mare artificielle à proximité du site actuel visant d'une part à rendre la reproduction plus régulière, d'autre part à créer un second site de reproduction destiné à augmenter les probabilités de survie de la population.
- Le contrôle des espèces envahissantes (poissons, écrevisses, Grenouille rieuse).

Recommandations

- Etablir un inventaire exhaustif des stations occupées par l'espèce en région méditerranéenne.
- Mettre en place un réseau de lieux de reproduction potentiels peu éloignés les uns des autres (quelques dizaines ou centaines de mètres).
- Contrôler les espèces introduites.
- Maintenir des "corridors biologiques" autour des mares.
- Sensibiliser le public à ne pas combler ou remblayer les mares.
- Contrôler l'impact des sangliers. Pour cela plusieurs solutions peuvent être envisagées : la pose d'une clôture électrique sur

l'ensemble ou sur une partie du site durant la période d'émergence des jeunes, le creusement d'une mare de substitution, la plantation autour de la mare de buissons de ronces augmentant les refuges pour les jeunes tritons.

- Promouvoir rapidement des mesures de conservation de la station de Trinquette/Arles dans les Bouches-du-Rhône (un déplacement des individus dans un endroit plus convenable pourrait être envisagé).

Références bibliographiques

Arntzen & Teunis, 1993¹⁵ ; Avery, 1968¹⁹ ; Baker & Halliday, 1999²⁰ ; Besnard, 2002³³ ; Brogard *et al.*, 1996⁵¹ ; Cooke *et al.*, 1994⁸⁸ ; Francillon-Vieillot *et al.*, 1990¹⁴⁰ ; Griffiths & William, 2000¹⁶¹ ; Hayward *et al.*, 2000¹⁷⁰ ; Jehle, 2000¹⁸⁸ ; Kupfer & Kneitz, 2000²⁰² ; Laan & Verboom, 1990²⁰³ ; Lombardini *et al.*, 2002²¹⁶ ; Maurin, 1994²⁴² ; Miaud, 1990²⁴⁷, 1991²⁴⁸.

Auteurs : Lombardini K. & M. Cheylan

Triturus marmoratus Latreille 1800

AMPHIBIA
SALAMANDRIDAE

Principaux synonymes
Aucun

Nom français : Triton marbré
Nom espagnol : Triton jaspeado
Noms portugais : Tritão-marmorado, Tritão-verde
Nom anglais : Marbled Newt

Sous-espèces

Triturus marmoratus pygmaeus dans la péninsule ibérique, considérée depuis peu comme une espèce à part entière.

Description/Critères d'identification^{405, 333}

Triton de grande taille (longueur totale des adultes : 16 cm) de couleur noire à brune avec des marbrures vertes sur le dos. Les femelles et les juvéniles présentent une ligne vertébrale rouge orangé. En période nuptiale, le mâle développe une crête rectiligne rayée verticalement de noir et de blanc-jaunâtre. La face ventrale est noire, parsemée de petites ponctuations blanches.

Espèces proches

Le Triton pygmée (*Triturus pygmaeus*), le Triton de Blasius (*T. blasii*), le Triton crêté (*T. cristatus*).

Le Triton crêté se différencie par sa face ventrale jaune orange et tachée de noir. Le Triton de Blasius est un hybride entre *T. marmoratus* et *T. cristatus*. Il peut présenter des caractéristiques morphologiques des deux espèces, mais il est complètement absent de la zone méditerranéenne. Le Triton pygmée, espèce endémique du sud de l'Espagne, a une face ventrale noire comme le Triton marbré, mais une taille inférieure.

Distribution - Ecologie

Distribution/Répartition

France

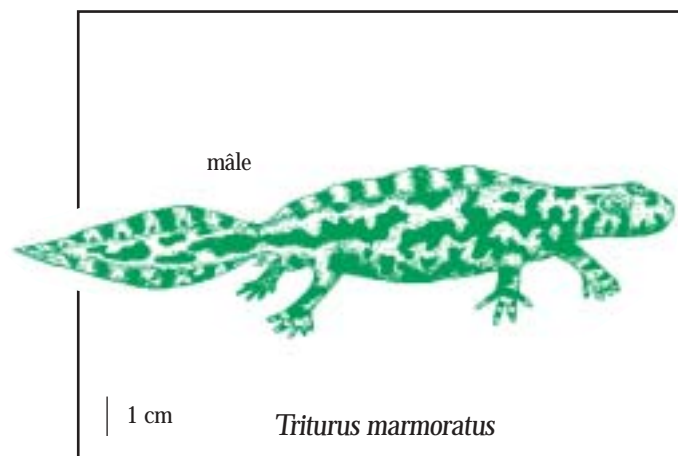
L'espèce est présente dans la moitié occidentale du pays, jusqu'au niveau de la Seine au Nord. La limite orientale de sa distribution se situe aux environs de Sommières, dans le département du Gard.

Autres pays méditerranéens

Péninsule ibérique, au nord du fleuve Tage, depuis le bord de la mer jusqu'à 2 100 m d'altitude dans le système montagneux central.

Habitat

Le Triton marbré occupe, lors de sa phase aquatique, les eaux stagnantes de petite taille, dépourvues de poissons : mares temporaires méditerranéennes (code 3170), mares forestières et ombragées, parfois alimentées par des sources³³³. L'habitat terrestre est varié : zones de cultures ou de pâtures, étendues herbeuses peu boisées (Causses) et forêts.



Ecologie

Caractéristiques biologiques

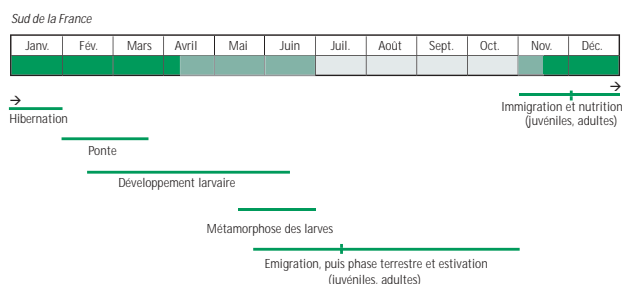
Comme presque tous les amphibiens européens, le Triton marbré a un cycle bimodal avec une phase terrestre et une phase aquatique. A tous les stades de développement, le régime alimentaire est carnivore. Les larves mangent essentiellement des invertébrés aquatiques⁴⁰⁵, les adultes et les juvéniles sont des prédateurs de têtards et d'insectes aquatiques et terrestres.

La durée de vie est importante, jusqu'à 14 ans dans la nature³⁴⁵. Dans les mares méditerranéennes, la phase aquatique est principalement hivernale (voir Cycle), en raison des conditions défavorables de l'habitat terrestre durant l'été. Dans le sud de la France, la période de présence dans l'eau s'étend de mi-novembre à mi-juin avec des variations notables selon les sites et les années.

La reproduction s'effectue en février-mars dans le sud de la France, d'octobre à mai en péninsule ibérique. La phénologie est peu flexible par rapport aux variations interannuelles de mise en eau. Le développement larvaire est relativement long (deux à trois mois¹⁴⁰). La ponte d'une femelle peut s'étaler sur plusieurs semaines. Les œufs sont déposés un à un, dans le pli d'une feuille de végétation aquatique, avec une préférence pour les supports à feuille large et souple comme les feuilles de *Mentha pulegium* (Menthe pouillot), de *Ranunculus* spp. (Renoncles) ou de *Callitriche* sp.⁹.

L'habitat terrestre semble très important pour l'estivation des amphibiens en Méditerranée car les animaux encourent un risque de dessiccation. Les juvéniles et les adultes se cachent sous les pierres ou dans les racines des arbustes. Ils effectuent peu de déplacements, en partie sous terre durant la sécheresse estivale.

Cycle phénologique



Conditions environnementales^{405, 183, 184}

Hydrologie

La mise en eau des sites de reproduction doit s'effectuer au plus tard en février pour permettre le dépôt des pontes. Une durée d'inondation de cinq mois est ensuite nécessaire à l'accomplissement du développement larvaire et au succès de la reproduction. L'échec de la reproduction une année donnée ne représente pas un problème majeur pour la population, sauf si cela se reproduit avec une trop grande fréquence.

Habitat aquatique

Il doit présenter une certaine profondeur (env. 0,8 m) et offrir une végétation aquatique suffisamment développée pour assurer une production d'invertébrés suffisante à l'alimentation des larves et des adultes.

Habitat terrestre

Il peut présenter des caractéristiques très diverses (landes peu arborées, garrigue, bois de chênes ou de pins, zones agricoles voire urbanisées). Les haies et les bosquets en bordure de sites de reproduction représentent d'importants habitats terrestres et des voies de migration¹³⁵.

Conservation - Gestion

Estimation des populations et état de conservation

En Espagne, l'espèce présente des populations abondantes, relativement stables, mis à part dans la vallée de l'Ebre et dans le nord de la Catalogne où elle semble plus menacée. En France, son statut n'est pas préoccupant bien que l'on constate localement des disparitions dues, pour l'essentiel, au comblement des mares ou au remembrement (destruction des haies).

Elle est présente dans environ 13 % des Réserves Naturelles et 3 % des Réserves Naturelles Volontaires. En revanche, si on ne tient compte que des Réserves Naturelles situées au sein de son aire de répartition française, elle apparaît dans 42 % d'entre elles¹⁸².

Statut de l'espèce/Niveau de protection

UICN	-
Convention de Berne	Annexe III
Directive Habitats	Annexe IV
Protections nationales et régionales	- France, liste nationale : arrêté du 22/07/1993, J.O. du 09/09/1993 - Espagne, liste nationale ²⁹³ - Portugal, liste nationale ⁵⁹
Livres et listes rouges	- France, livre national : "vulnérable" ²⁴² - Portugal, livre national : "non menacée" (NT) ⁵⁹ - Espagne, livre national : "préoccupation mineure" (LC) ²⁹³

Problèmes de conservation/Menaces

Facteurs anthropiques

Les impacts de nature anthropique concernent la destruction des habitats terrestres (arrachages des haies et des bois, démolition des vieux murets) et aquatiques (comblement des mares), l'introduction d'espèces exotiques concurrentes ou prédatrices (poissons, écrevisses américaines, Grenouille rieuse [*Rana ridibunda*]) et la destruction des animaux (trafic routier).

Facteurs naturels

Une hypopériode trop courte (i.e. par comblement) pourrait empêcher l'achèvement du développement larvaire, ce qui défavorise la présence du Triton sur un site.

Risques liés aux populations

La destruction des sites de reproduction et des habitats terrestres entraîne un risque d'extinction par isolement en réduisant les connexions entre populations.

Mesures de gestion et de conservation

Mesures actuelles

Aucune mesure particulière n'est actuellement appliquée sur la Réserve Naturelle de Roque-Haute (Hérault, France). L'impact du débroussaillage autour des mares (végétation terrestre) sur la survie des adultes et leurs voies de migrations reste à évaluer.

Recommandations

- Maintenir la cohésion des populations à l'échelle locale et régionale.
- Contrôler l'introduction des poissons et des écrevisses américaines dans les sites de reproduction.
- Maintenir une végétation aquatique développée.
- Ne pas brûler les abords des mares ou les sites refuges en phase terrestre. Les années sèches, donc sans reproduction, ne présentent pas de réels problèmes pour cette espèce longévive*, sous condition que les refuges estivaux terrestres permettent une bonne survie des adultes. Le maintien de couloirs végétaux autour des mares est fortement recommandé.

Références bibliographiques

Alvarez *et al.*, 1989⁹ ; Cabral *et al.*, 1999⁵⁹ ; Fiers, 1998¹³⁵ ; Francillon-Vieillot *et al.*, 1990¹⁴⁰ ; Gasc *et al.*, 1997¹⁵² ; Hilton-Taylor, 2000¹⁷⁶ ; Jakob, 2001¹⁸² ; Jakob *et al.*, 2003^{183, 184}, 1999¹⁸⁶ ; Jehle & Arntzen, 2000¹⁸⁷ ; Maurin, 1994²⁴² ; Pleguezuelos *et al.*, 2002²⁹³ ; Salvador & Garcia, 2001³³³ ; Schoorl & Zuiderwijk, 1981³⁴⁵ ; Zuiderwijk, 1997⁴⁰⁵.

Auteur : Jakob C.

Collaborateur : Cheylan M.

Glossaire

Actinomorphe : (= régulier). Qualifie une fleur, ou un ensemble d'organes identiques dans une fleur, ayant une symétrie radiale.

Amplexus : chez les amphibiens, accouplement sans fécondation interne. Les œufs et le sperme sont émis simultanément et la fécondation est externe. Selon les espèces, l'amplexus peut être lombaire (le mâle enserre la femelle par le bas de l'abdomen) ou axillaire (le mâle enserre la femelle sous les aisselles).

Anémochorie : phénomène de dispersion des graines, spores, œufs, etc., de certaines espèces animales et végétales par le vent.

Anthéridie : organe dans lequel s'élaborent les gamètes mâles, chez les algues, les mousses, les hépatiques et les fougères.

Apoendémique : qualifie un taxon végétal jeune ayant pris naissance dans une région donnée par polyploidisation (en devenant polyploïde*), à partir de taxons diploïdes* plus ou moins largement répandus dans les contrées avoisinantes.

Association (phytosociologique) : voir volume 1, chapitre 2, encadré 4.

Atténué : dont la largeur diminue progressivement.

Atterrissement : phénomène consécutif à un remplissage progressif par l'accumulation de matériel (terre, limons, sables, graviers, etc.).

Auriculé : munie d'oreillettes (en botanique, petits lobes situés à la base d'une feuille, d'un pétiole, d'une ligule, etc.).

Banque de graines : ensemble des graines viables du sol.

Bases : ensemble des ions positifs échangeables du sol qui élèvent son pH*.

Basionyme : premier nom sous lequel une espèce a été décrite.

Basiphile : qui vit dans un environnement (sol, eau) riche en bases*.

Bec : en botanique, pointe raide qui prolonge un fruit sec.

Benthique : qui vit sur le fond d'une zone humide ou d'un océan.

Bioclimat : conditions climatiques qui caractérisent les divers types de milieux continentaux, soit à l'échelle de régions naturelles de faible superficie, soit à l'échelle de stations de petites dimensions.

Biomasse : masse totale de matière vivante, animale et végétale, présente dans un biotope délimité à un moment donné.

Bipinnatipartite : se dit d'une feuille pennatipartite*, dont les divisions sont-elles mêmes pennatipartites.

Bractée : feuille plus ou moins modifiée, située à l'aisselle d'une fleur ou d'une inflorescence.

Bractéole : petite bractée située à l'aisselle des rayons d'une inflorescence ramifiée ou à l'aisselle de chacune des fleurs la constituant.

Bryophytes : groupe constitué par l'ensemble des mousses et des hépatiques.

Cailloutis : formation sédimentaire meuble composée de fragments de roches (cailloux).

Calcaire actif : part du calcaire total de la fraction fine des sols, facilement solubilisé par l'action du gaz carbonique. Les ions calcium (Ca⁺⁺) ainsi libérés sont absorbables par les plantes.

Capsule : chez les mousses et les hépatiques, désigne un organe creux à parois sèches du sporophyte, dans lequel se forment les spores. Chez les plantes supérieures, désigne un fruit sec déhiscent (c'est-à-dire s'ouvrant spontanément à maturité) et contenant plusieurs graines.

Cerques : chez les arthropodes et les crustacés, appendices situés sur le dernier segment de l'abdomen (généralement au nombre de deux, un de chaque côté).

Chamaephyte : (= chaméphyte) plante ligneuse basse dont les bourgeons sont situés à moins de 25 cm du sol (voir figure).

Charophyte : groupe particulier des algues comprenant une seule famille : les Characeae, caractérisées par la structure verticillée du thalle et par une structure hautement complexe de leurs organes de reproduction (anthéridies* et oogones*).

Chitineux : formé de chitine, une molécule entrant dans la composition de la cuticule des arthropodes.

Climacique : se dit d'une communauté végétale qui a atteint un stade d'équilibre durable avec les facteurs climatiques et édaphiques du milieu en l'absence d'intervention humaine.

Clonal : se dit d'un organisme animal ou végétal provenant d'une même cellule ou d'un même individu, par multiplication asexuée (appelée multiplication végétative*, chez les plantes).

Cohorte : ensemble d'individus ayant vécu un événement semblable pendant la même période (individus nés au même moment ou se reproduisant au même moment dans les mares, par exemple).

Connectivité : processus qui assure des échanges d'individus entre des sous-populations locales d'une même espèce pour former une unité démographique fonctionnelle.

Cordé : caractérise un organe plan, en forme de cœur.

Coronule : cellules apicales courtes paraissant disposées en couronne au sommet de l'oogone* des Characées.

Cyme : inflorescence ramifiée, dans laquelle chaque fleur est située à l'extrémité d'un rameau.

Daya : une mare temporaire au Maroc.

Dehesa : nom espagnol utilisé pour désigner un paysage particulier à certaines régions du centre et du sud de l'Espagne, composé de pâtures ou de cultures de céréales et ponctué de chênes verts ou de chênes lièges, généralement taillés.

Dérive génétique : au sein de populations restreintes, fluctuations aléatoires de la fréquence des gènes à chaque génération, permettant à des gènes rares (qui seraient éliminés par la pression de sélection au sein de grandes populations) de s'exprimer durablement.

Détritivore : qui se nourrit de matières organiques mortes.

Diapause : période au cours de laquelle l'activité métabolique et le développement d'un insecte est suspendu à un stade déterminé (œuf, larve, nymphe ou adulte) de son évolution, sous l'action de facteurs internes ou externes.

Diploïde : qualifie un organisme dont les noyaux cellulaires présentent un lot double de chromosomes (2n).

Dulçaquicole : se dit des organismes qui vivent exclusivement en eau douce.

Echinulé : couvert de petites pointes raides.

Ecophase : au cours de son cycle biologique, une espèce passe par différents stades (œuf, larve, juvénile, etc.). Une écophase correspond à l'un de ces stades avec une écologie particulière par rapport aux autres éléments du cycle.

Edaphique : relatif aux facteurs écologiques liés au sol ainsi qu'à leurs relations avec les végétaux.

Effet "bottleneck" : diminution soudaine dans la taille d'une population, correspondant à une diminution de la variabilité génétique totale.

Elatère : cellule allongée fixée à une spore, et capable de mouvements élastiques.

Endémique : se dit d'une espèce exclusivement inféodée à une aire biogéographique donnée, souvent de faible étendue.

Espaces Naturels Sensibles : espaces acquis en France, depuis 1985, par chaque département, "afin de préserver la qualité des sites, des paysages et des milieux naturels" de son territoire, grâce au produit d'une taxe perçue sur les constructions.

Eutrophe : se dit des eaux riches en matières nutritives (nitrates, phosphates) et peu oxygénées en profondeur. A pour contraire "oligotrophe".

Eutrophisation : processus d'enrichissement d'une eau en sels minéraux nutritifs (phosphates, nitrates), souvent accompagné d'une prolifération d'algues et/ou de plantes aquatiques supérieures et conduisant à un appauvrissement en oxygène des eaux profondes ainsi qu'à une accumulation de matière organique.

Fistuleux : creux et de forme cylindrique.

Gaine : base des feuilles élargie en une enveloppe plus ou moins cylindrique, fendue longitudinalement ou non et entourant la tige.

Gamétange : organe du gamétophyte* dans lequel se forment les gamètes.

Gamétophyte : désigne, dans le cycle des algues, mousses, hépatiques et fougères, l'organisme de la phase haploïde* qui produit les gamètes, et chez les végétaux supérieurs l'organe haploïde produisant les gamètes.

Géophyte : espèces végétales qui survivent à la saison défavorable grâce à l'existence d'un bulbe, un rhizome ou tout autre type d'organe de réserve souterrain (voir figure).

Glandes parotoïdes : glandes situées en arrière de la tête chez certaines espèces d'amphibiens (crapauds vrais, salamandres), produisant une sécrétion venimeuse dissuasive pour les prédateurs.

Gyrogonites : fructifications femelles calcifiées des charophytes correspondant à des formes fossiles ou vivantes après dispersion. Elles sont invariablement constituées de cinq cellules spiralées senestres, jointives au sommet.

Halotolérant : qui tolère une certaine quantité de sel dans son environnement (eau, sol, etc.).

Haploïde : organisme ou organe dont les noyaux cellulaires contiennent un jeu de n chromosomes, constitué d'un seul exemplaire de chaque chromosome.

Héliophile : se dit d'une plante qui croît dans des conditions de fort ensoleillement.

Hélophyte : plante de marais dont les parties bourgeonnantes qui permettent la survie pendant la mauvaise saison sont disposées dans la vase alors qu'à la bonne saison elles développent un appareil aérien dépassant la surface de l'eau (Roseau, par exemple).

Hémicryptophyte : plante herbacée vivace dont les parties bourgeonnantes qui permettent la survie pendant la mauvaise saison sont disposées à la surface du sol, à limite inférieure de la tige (ou de la touffe pour les graminées cespiteuses) (voir figure).

Hétérogame (ou allogame) : se dit d'un végétal dont le mode de reproduction sexuée est la fécondation croisée.

Hétérospore : qui produit (chez les algues, mousses, fougères et hépatiques) des spores de deux types : microspores et macrospores.

Hexamère : qualifie un organe végétal dont le nombre de pièces homologues (pétales, sépales, étamines, etc.) est six ou un multiple de six.

Hexaploïde : se dit d'un organisme dont les noyaux cellulaires contiennent trois paires de chaque chromosome homologues.

Hybridogène : taxon issu d'un croisement entre deux ou plusieurs taxons différents, le plus souvent des espèces ou des sous-espèces.

Hydropériode : période de l'année pendant laquelle la mare est en eau.

Hydrophyte : plante qui vit en milieu aquatique (Myriophylle, Nénuphar).

Hydrophytique : qualifie une plante hydrophyte*.

Hygrophile : se dit d'un organisme inféodé à des biotopes caractérisés par une forte humidité du sol.

Karstique : relatif au karst (ensemble des formes superficielles et souterraines d'un massif calcaire, dues à la dissolution des roches, et marqué par la constitution de vastes systèmes de circulation d'eau souterraine).

Laune (ou lône) : terme local désignant un ancien bras de fleuve ou de rivière pouvant se reconnecter au cours d'eau actuel lors des moyennes et hautes eaux.

Lavogne : terme local désignant des dépressions creusées pour abreuver le bétail, dans les Causses cévenols et les garrigues de l'Uzègeois et du Montpellierais (France).

Longévif : qui vit longtemps.

Macrophytes : terme générique désignant les plantes visibles à l'œil nu.

Mare cupulaire : petite mare temporaire occupant une cupule creusée dans la roche par l'érosion naturelle (voir volume 1, chapitre 2a).

Materral : mot d'origine espagnole désignant classiquement, dans les contrées soumises au climat méditerranéen, une formation végétale buissonnante, adaptée à la sécheresse et souvent dominée par des espèces à feuilles persistantes, parfois réduites.

Mésotrophe : voir Mésotrophe*.

Mésotrophe : intermédiaire entre un état eutrophe* et oligotrophe*.

Métanauplius : stade larvaire succédant au stade nauplius* chez les crustacés, et caractérisé par un début de segmentation du corps. Plusieurs mues sont alors nécessaires pour atteindre, en quelques semaines ou quelques mois, l'état adulte.

Métapopulation : ensemble de populations interconnectées par des événements de migration (flux de gènes) et soumises à des phénomènes d'extinctions et de recolonisations. Ce concept peut être élargi à tout ensemble de populations évoluant de manière plus ou moins indépendante, interconnectées par de rares événements de migration.

Métathorax : partie postérieure du thorax des insectes, sur laquelle s'articule la dernière paire de pattes (et parfois la seconde paire d'ailes).

Microphage : qui mange de très petites proies.

Mucroné : brusquement terminé en pointe courte et raide.

Multiplication végétative : mode de reproduction d'une espèce végétale à partir d'organes végétatifs (stolons, rhizomes, tubercules, etc.).

Natura 2000 : politique européenne en cours, visant, en application de la Directive Habitats¹⁹ et de la Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 sur la conservation des oiseaux sauvages, à concilier activités humaines et milieux naturels au sein d'un réseau de sites de grand intérêt écologique, désignés les uns pour leur richesse en oiseaux (Zones de protection spéciales), les autres pour la rareté de leur faune, de leur flore et de leurs milieux naturels (Zones spéciales de conservation).

Nauplius : premier stade larvaire des crustacés, suivi du stade métanauplius*.

Oligotrophe : qualifie une eau pauvre en nutriments (nitrates, phosphates, sulfates) et a pour contraire "eutrophe".

Oogone : cellule reproductrice des végétaux inférieurs (algues, champignons) qui produit les gamètes femelles.

Ornithochorie : mécanisme de dissémination des semences* par les oiseaux. Il peut être externe (transport sur le corps) et/ou interne (absorption et transit par le tube digestif).

Ovigère : qualifie les organes externes des animaux, qui portent ou contiennent les œufs.

Pappus : aigrette de poils qui surmonte un akène.

Pennatilobée : se dit d'une feuille dont les divisions du limbe entament le limbe sur moins de la moitié de sa largeur.

Les mares temporaires méditerranéennes

Pennatipartite : se dit d'une feuille pennée dont les divisions du limbe entament le limbe sur plus de la moitié de sa largeur.

Pennatiséquée : se dit d'une feuille pennée dont les divisions du limbe entament tout le limbe jusqu'à la nervure principale.

Pérenne : en botanique, qualifie une espèce végétale vivace (par opposition à annuelle).

Phénologie : description des différentes phases du cycle de la vie d'une espèce.

Phytocénose : ensemble d'espèces végétales présentant une physiologie homogène et colonisant un milieu commun (syn. : communauté végétale).

Phytoplanctonophage : qui se nourrit de plancton végétal.

Phytosociologie : voir volume 1, encadré 4.

Pleurocarpe : qualifie une Bryophyte* dont les gamétanges* femelles (et donc les sporophytes) se différencient en position latérale et non au sommet des axes du gamétophyte*.

Poljé : plaine ou vallée d'effondrement karstique*, issue de la coalescence de plusieurs systèmes d'érosion karstique ("ouvalas"), et tapissée d'argiles de décalcification. Un poljé est le siège de submersions saisonnières plus ou moins longues, parfois soudaines, en relation avec le réseau karstique souterrain.

Polyploïde : état d'un organisme dont les cellules contiennent plus de deux lots de chromosomes homologues, c'est-à-dire plus de 2n chromosomes.

Poudingue : roche sédimentaire consolidée du groupe des conglomérats, d'origine continentale ou marine, composée de galets liés par un ciment calcaire ou gréseux.

Pozzines : pelouses d'altitude dominées par des *Carex*, croissant sur un substrat tourbeux et parsemées, pour la plupart, de trous d'eau (Corse, Pyrénées, Sierra Nevada, etc.).

Pré-imaginal (stade) : dernier stade larvaire avant le stade adulte, chez les insectes.

Prolarve : stade larvaire provisoire (de très courte durée) issu de l'œuf.

Propagule : toute part d'un organisme, produite par multiplication asexuée ou reproduction sexuée, susceptible de donner un nouvel individu.

Prothorax : chez les odonates, partie antérieure du thorax, très réduite, portant la tête et la première paire de pattes.

Recrutement : ajout de nouveaux individus à une population. Le recrutement se fait par reproduction, immigration et repeuplement.

Rhizoïde : poil faisant fonction de racine, en particulier chez les mousses.

Scabre : rugueux (couvert d'aspérités).

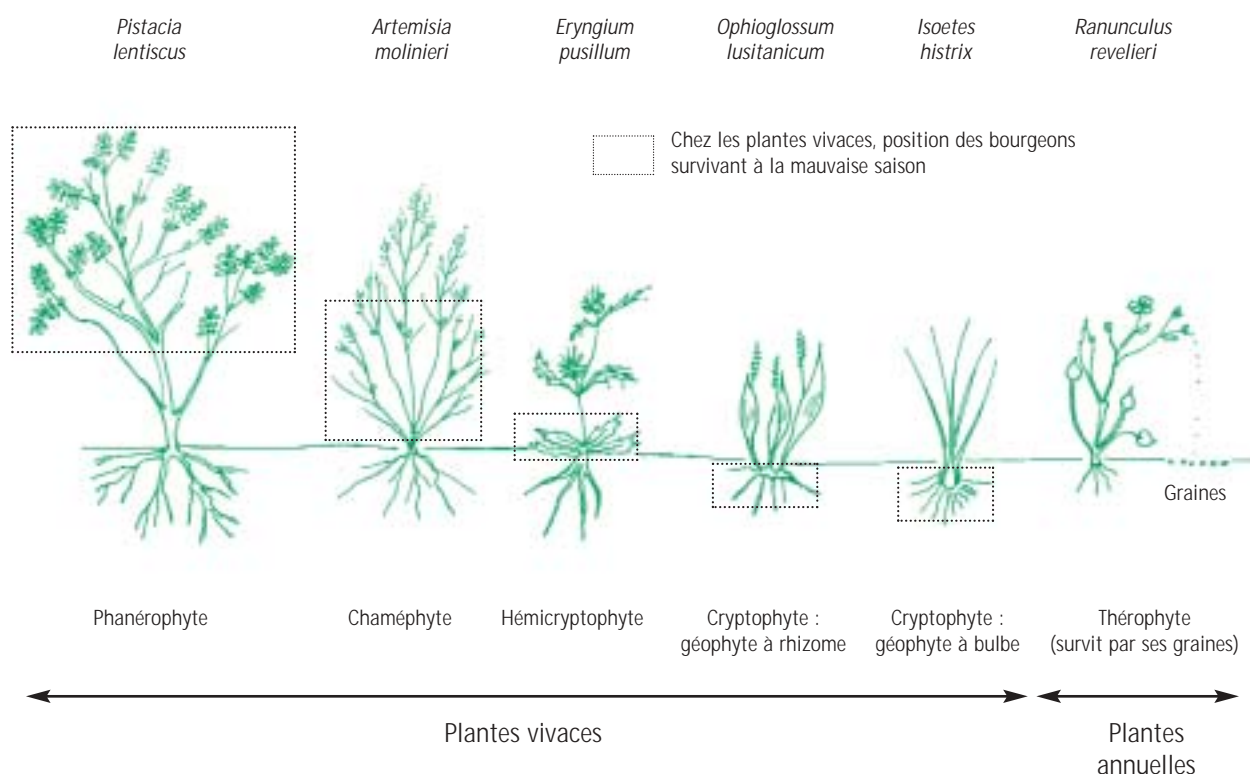
Scape : pédoncule floral (ou de l'inflorescence) ne portant pas de feuille.

Sclérifié : imprégné de lignine (substance de la paroi de certaines cellules en particulier chez les buissons arbres et arbustes, la rendant rigide et imperméable).

Sessile : en botanique, se dit d'un organe (feuille, fleur) dépourvu de pétiole ou de pédoncule. En zoologie, qualifie un microorganisme fixé sur un support (tige, roche, etc.).

Sex-ratio : rapport des proportions des sexes mâle et femelle au sein d'une population définie.

Figure. Les principaux types biologiques, selon Raunkiaer**



** : Raunkiaer, C, 1934. *The life form of plants*. Oxford, Clarendon Press. 632 pages

Sore : groupe de sporanges*, disposé de manière caractéristique sur la face inférieure des frondes de certaines fougères.

Spiracle : chez les têtards, ouverture qui permet l'évacuation de l'eau lors de la respiration. Chez les têtards de discoglosses, d'alytes et de sonneurs, il est situé en position médiane sous le ventre. Chez les autres amphibiens anoures d'Europe, il est situé sur les côtés de l'abdomen.

Sporocarpe : chez certaines fougères (*Marsilea*, *Pilularia*, etc.), type particulier de sores* clos et à parois coriaces, renfermant les spores.

Sporophylle : chez les fougères, feuille ou fronde spécialisée, portant un ou plusieurs sporanges.

Stade végétatif : partie du cycle biologique des plantes relatif à la germination, à la croissance et au développement (multiplication végétative), à l'exclusion de la floraison et de la fructification.

Station (de plantes) : étendue de terrain homogène où l'on observe une espèce végétale (ou une phytocénose particulière).

Stock semencier (du sol) : ensemble des semences viables du sol.

Stylopode : petit disque nectarifère charnu qui couronne le fruit chez les Apiacées (= Ombellifères) et porte deux styles distincts.

Subéraie : formation végétale où domine le Chêne liège (*Quercus suber*).

Sympodiques : qualifie les parties (modules) de la plante résultant d'une croissance sympodiale, c'est-à-dire d'un allongement de la tige par articles successifs produits par bourgeonnement latéral des tiges qui ont fleuri l'année précédente.

Terra rossa : type de sol répandu dans les régions méditerranéennes, provenant de la décomposition des calcaires et caractérisé par une accumulation d'oxydes ferriques.

Thérophyte : synonyme de plante annuelle, plante herbacée ayant un cycle de reproduction très bref, de quelques mois, voire dans certains cas, quelques semaines et passant la mauvaise saison sous forme de graines (voir figure).

Thérophytique : qualifie une thérophyte*.

Trophique : tout ce qui concerne la nutrition des végétaux et des animaux.

Type biologique : cinq types biologiques (voir figure) ont été définis par Raunkiaer dans une classification écologique des végétaux basée sur leur stratégie de survie à la saison défavorable. Chaque type biologique est défini par la position des bourgeons dans l'architecture végétale, ainsi que par leur degré de protection à cette saison.

Verticille : ensemble d'organes homologues, insérés sur un axe au même niveau et disposés de façon rayonnante.

Vicariantes : se dit d'espèces animales ou végétales proches du point de vue taxonomique, qui occupent des milieux aux caractères écologiques analogues dans des régions géographiques différentes.

Voile caudal : membrane située de part et d'autre de la queue des têtards (chez les Anoures) et des larves (chez les Urodèles) servant à la propulsion. Chez certaines espèces, ce voile se prolonge sur le dos jusqu'à la base de la tête (têtards de rainette par exemple).

ZNIEFF : (Zone naturelle d'intérêt écologique floristique et faunistique). Inventaire permanent (initié en 1982 par le MEDD) des espaces naturels français terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes et d'animaux rares et menacés.

Formulaire à utiliser pour l'inventaire des macro-crustacés

à envoyer à : Danielle DEFAYE, Muséum National d'Histoire Naturel, Laboratoire de Zoologie - Arthropodes (Crustacés), 61, rue Buffon, F-75005 Paris

1. Données essentielles

A) Source

Observateur ou code : _____ Nom, prénom : Adresse : Nom du rédacteur de la fiche si différent de l'observateur :	ou	Réf. biblio ou code : _____ Auteur(s) : Date : Titre : Périodique : tome, n°, page :	ou	Réf. coll. ou code : _____ Lieu de dépôt : N° d'inventaire : Nom du rédacteur de la fiche si différent de l'observateur :
---	----	---	----	--

B) Taxon

Numéro de la liste de référence : _____	ou	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Genre</td> <td style="width: 33%;">Espèce</td> <td style="width: 33%;">Sous-espèces ou variété</td> </tr> </table>	Genre	Espèce	Sous-espèces ou variété	Taxon déterminé par : vérifié par :	_____ C.V.
Genre	Espèce	Sous-espèces ou variété					

C) Lieu

Coordonnées – en grades (méridien de Paris) Longitude : <input type="checkbox"/> E, <input type="checkbox"/> W _____ Latitude : _____ ou coordonnées – en degrés (méridien de Greenwich) Longitude : <input type="checkbox"/> E, <input type="checkbox"/> W ____° ____' ____" Latitude ____° ____' ____"	ou	Commune + "Lieu dit" : Code INSEE : _____ N° carte IGN : _____	et	Altitude : A : _____ mètres	et	Nom de la mare ou du plan d'eau :
D) Date h1 h2 jour mois année _____						

2. Données annexes

Nature du contact : <input type="checkbox"/> vu <input type="checkbox"/> photo <input type="checkbox"/> capturé/relâché <input type="checkbox"/> trouvé mort <input type="checkbox"/> conservé <input type="checkbox"/> exuvie <input type="checkbox"/>	Abondance et stade : 1 2-10 +10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mâle <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> femelle <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ovigère <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sexe = ? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> juvénile <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> larve <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> œuf de résistance	Biotopes : <input type="checkbox"/> argile <input type="checkbox"/> sable <input type="checkbox"/> dalle rocheuse <input type="checkbox"/> eau claire <input type="checkbox"/> eau turbide <input type="checkbox"/> sol herbeux <input type="checkbox"/> sol nu <input type="checkbox"/> algues <input type="checkbox"/> herbiers à → <input type="checkbox"/> <i>Isoetes</i> <input type="checkbox"/> → <input type="checkbox"/> <i>Ranunculus</i> <input type="checkbox"/> → <input type="checkbox"/>	Mode de récolte : <input type="checkbox"/> à la main <input type="checkbox"/> haveneau <input type="checkbox"/> drague <input type="checkbox"/> filet à plancton <input type="checkbox"/> estomac d'oiseau <input type="checkbox"/> estomac d'amphibiens <input type="checkbox"/> estomac de poisson <input type="checkbox"/>
--	---	--	---

3. Informations complémentaires (textes en clair pour aide à la validation)

Profondeur du biotope : Durée de mise en eau : Couleur sur le vivant : Notes systématiques, faune associée, biométrie, etc :

Utiliser le dos de la feuille en cas de besoin

Références bibliographiques

- Aboucaya, A., H. Michaud & M. Delorme, 2002. Etude de la flore et de la végétation des mares temporaires de gavoti (Besse-sur-Issole), Redon (Flassans-sur-Issole) et Bonne-Couagne (Gonfaron) participant à l'élaboration du document d'objectif du site NATURA 2000 PR125. DIREN/CEEP, Rapport d'expertise NATURA 2000, 12 pages + annexes.
- Aboucaya, A., R. Bajon, F. Bensettiti, L. Garraud, V. Gaudillat, I. Guyot, F. Hendoux, G. Largier, C. Magimel, J. Molina, C. Otto-Bruc, A. Petetin, Fr. Pinet, E. Quere, G. Seznec, A. Valadon, J.C. Villaret, J.C. Rameau & J. Bardat, 2002. Cahiers d'habitats Natura 2000 : connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 : espèces végétales. La Documentation française, Paris, 271 pages.
- AGRN-RH, 2000. Plan de Gestion 2001-2005 de la Réserve Naturelle de Roque-Haute. 2 Vol. Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Roque-Haute.
- Aguesse, P., 1961. Contribution à l'étude écologique des Zygoptères de Camargue, Thèse de Doctorat es Sciences Naturelles, Aix-en-Provence, 155 pages.
- Aguesse, P., 1968. *Les odonates de l'Europe occidentale, du nord de l'Afrique et des îles atlantiques*. Masson & C^{ie}, 255 pages.
- Aizpuru, I. & al., 2000. Lista Roja 2000 de la Flora Vascular Espanola (Red List of Spanish Vascular Flora). *Cons. Veg.* **6**: 1-39.
- Alonso, M., 1996. Crustacea Branchiopoda in *Fauna Iberica* vol **7**, Museo Nacional de Ciencias naturales/Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid, 486 pages.
- Alvarez, J., A. Salvador, J. Martin & A. Gutiérrez, 1990. Desarrollo larvario del sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*) en charcas temporales del NW de la península ibérica (Anura: Pelobatidae). *Rev. Esp. Herpetol.* **4**: 55-66.
- Alvarez, J., A. Salvador, P. Lopez & J. Martin, 1989. Desarrollo larvario del triton jaspeado (*Triturus marmoratus*) en una charca temporal del noroeste ibérico. *Misc.Zool.* **13**: 125-131.
- Amigo, J. J., 1987. "Exit la mare temporaire de Saint Estève (Saint Estève, Pyrénées orientales, France) ou la fin d'un Isoetion méditerranéen. *Nat. Rusc.* **1**: 71-136.
- Anonyme, 1997. *Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 225 pages.
- Anonyme, 1999. *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 15/2, Natura 2000*. Commission européenne DG Environnement, Natura 2000, 132 pages
- Anonyme, 2000. Lista Roja 2000 de la Flora Vascular Espanola. *Cons. Veg.* **6**: 1-39.
- Anonyme, 2004. Libro Rosso degli in Italia. www.wwf.it/italia/ambiente/librorosso.asp, 29/01/2004, 6 pages.
- Arntzen, J. W. & S. F. M. Teunis, 1993. A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonisation of a newly created pond. *Herpetol. J.* **3**: 99-110.
- Arrigoni, P.V., 1983. Le Piante endemiche della Sardegna. *Ranunculus revelleri* Boreau. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* **22**: 284-287.
- Artom, C., 1927. *Tanyrastix lacunae* Guérin dell'Asinara (Sardegna). *Sanderdr. aus Intern. Revue der ges. Hydrobiol u. Hydrogr.* **18** (5-6): 418-421.
- Aubert, G. & R. Loisel, 1971. Contribution à l'étude des groupements des *Isoeto-Nanojuncetea* et des *Helianthemetea annua* dans le sud est méditerranéen français. *Ann Univ. Provence* **45**: 206 et 203-241.
- Avery, R. A., 1968. Food and feeding relations of three species of *Triturus* (*Amphibia* : *Urodela*) during the aquatic phases. *Oikos* **19**: 408-412.
- Baker, J. M. R & T. R. Halliday, 1999. Amphibian colonization of new ponds in an agricultural landscape. *Herpetol. J.* **9**: 55-63.
- Barbero, M., 1965. Groupements hygrophiles de l'*Isoetion* dans les Maures. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **112**: 276-290.
- Barbero, M., 1967. L'*Isoetion* des Maures, groupements mésophiles, études du milieu. *Ann. Fac. Sci. Marseille* **39**: 25-37.
- Baudière, A. & A.M. Cauwet, 1968. Sur quelques plantes inédites, rares ou critiques de la flore des Pyrénées-Orientales et des Corbières audoises. *Naturalia Monspeliensia sér. Bota.* **19** :179-200.
- Beebee, T. J. C., 1977. Environmental change as a cause of natterjack toad (*Bufo calamita*) declines in Britain. *Biol. Conserv.* **11**: 87-102.
- Beebee, T. J. C., 1983. Habitat selection by amphibians across an agricultural land-heathland transect in Britain. *Biol. Conserv.* **27**: 111-124.
- Beebee, T. J. C., 1985. Discriminant analyses of amphibian habitat determinants in south-east England. *Amphib. Reptilia* **6**: 35-43.
- Beebee, T. J. C., 1996. *Ecology and Conservation of amphibians*. Chapman and Hall, London. 214 pages.
- Beebee, T. J. C., 1997. *Bufo calamita* in Atlas of amphibians and reptiles in Europe, J.P. Gasc & al. (Eds.), SEH & MNHN (IEGB/SPN), Paris. pp. 120-121.
- Beebee, T. J. C., L. V. Fleming, & D. Race, 1993. Characteristics of natterjack toad (*Bufo calamita*) breeding sites on a scottish saltmarsh. *Herpetol. J.* **3**: 68-69
- Bernard, C., 1997. Flore des Causses (Premier supplément). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest.* **28**: 61-76.
- Berner, L., 1968. Une herborisation à l'"étang" de Capestang (Languedoc). *Monde Plant.* **361**: 5-6.
- Bertrand, P. Y., 1991. *Les noms des plantes au Maroc*. Actes éditions, Institut Agronomique Vétérinaire Hassan II (IAVHII), Rabat, Maroc, 168 pages.
- Besnard, A., 2002. Dynamique de la population de Triton crêté (*Triturus cristatus*) de l'étang de Valliguières (Gard). Une étude prospective. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 30 pages.
- Biche, B., 1881. Flore des environs de Roque-Haute, communes de Vias et de Portiragnes. *Bull. Soc. Ét. Sci. Nat. de Béziers* **5**: 119-144.
- Biggs, J., G. Fox, P. Nicolet, M. Whitfield & P. Williams, 2001. Dangers and opportunities in managing temporary ponds. *Freshwater Forum* **17**: 71-80.
- Bigot, L., 1955. Une Alismacée rare de Camargue : *Damasonium stellatum* (Lmk.) Rich. *polyspermum* Coss. Actes de la Réserve de la Camargue. *Terre Vie* **4**: 238-243.
- Bigot, L., 1999. Sur la réponse de *Damasonium polyspermum* Cosson (*Alismataceae*) aux variations édaphoclimatiques, d'après un suivi de 43 ans (1954-1996) dans une mare temporaire de la Tour du Valat (Camargue, Bouches-du-Rhône, France). *Bull. Soc. Linn. Provence* **50**: 3-88.
- Billy, F., 2002. Végétations pionnières en Basse-Auvergne. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* **22**: 1-131.
- Bissardon, M. & L. Guibal, 1997. *CORINE Biotopes version originale : types d'habitats français*. ENGREF, Muséum National d'Histoire Naturelle, Nancy, pp.32-37.
- Blazencic, J. & Z. Blazencic, 2003. An overview of the existing data on living charophytes (Charales) of the Balkan Peninsula. *Acta Micropal. Sin.* **20/2**: 103-110.
- Boix D., J. Sala & R. Moreno-Amich, 2002. Population dynamics of *Triops cancriformis* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca) of the Espolla temporary pond in the northeastern Iberian peninsula. *Hydrobiologia* **486**: 175-183.
- Bonnier, G., 1990 (1934). Flore complète illustrée en couleur de France, Suisse et Belgique, 4 vol. Belin.
- Botnariuc, N., 1947. Contribution à la connaissance des Phyllopoetes Conchostracés de Roumanie. *Nat. Biol., Bucarest* **5**(1-3): 68-158 + 10 pls. h. t.
- Boudrié, M., 1995. Découverte d'*Ophioglossum azoricum* C. Presl. dans les Cévennes. *Monde Plant.* **454**: 14-15.
- Boudrié, M., H. Michaud, J. Molina & J. Salabert, 1998.- Les Pteridophytes du département de l'Hérault. *Monde Plant.* **462**: 11-19.
- Boulos, L., 1995. *Flora of Egypt, Checklist*. Al Hadara Publishing, Cairo, Egypt, p 2.
- Bournérias, M., G. Arnal & C. Bock, 2001. *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. Belin, pp. 178-181 et 195-200.
- Braun-Blanquet, J., 1935. Un joyau floristique et phytosociologique "l'*Isoetion*" méditerranéen. *Bull. Soc. Sci. Nat. Nîmes, SIGMA* **42(47)**: 1-43.
- Braun-Blanquet, J., N. Roussine & R. Nègre, 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS, Paris, pp. 81-82.
- Briquet, J. & R. de Litardière, 1938. *Prodrome de la Flore corse*, vol 1/3. Lechevalier, Paris, pp. 87-89.
- Brogard, J., M. Cheylan & P. Geniez, 1996. Découverte du *Triturus cristatus* Laurenti, (1768) (*Amphibia*, *Caudata*) dans la région méditerranéenne française. *Bull. Soc. Herp. Fr.* **80**: 5-8.
- Brtek, J. & A. Thiéry, 1995. The geographic distribution of the European Branchiopods (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). *Hydrobiologia* **298**: 263-280.
- Brullo, S. & M. Grillo, 1978. Ricerche fitosociologiche sui pascoli dei Monti Nebrodi (Sicilia settentrionale). *Not. Fitosoc.* **13**: 23-61.
- Brullo, S. & P. Minissale, 1998. Considerazioni sintassonomiche sulla classe *Isoeto-Nanojuncetea*. *Itinera Geobotanica* **11**: 263-290.
- Bucciarelli, I., A.P. Galetti & M. Pavesi, 1983. Attuali conoscenze sul popolamento odonotologico della Sardegna- *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.* **8**: 465-544.

56. Buckley, J., 2001. The conservation and management of amphibians in UK temporary ponds, with particular reference to natterjack toads. *Freshwater Forum* **17**: 54-62.
57. Busack, S. & G.R. Zug, 1976. Observations on the tadpoles of *Pelobates cultripes* from Southern Spain. *Herpetologica* **32**: 130-137.
58. Cabanès, G., 1903. Herborisations dans le Gard en 1902. *Bull. Soc. Sci. Nat. Nîmes* **30**: 57-77.
59. Cabral, M.J., C. Magalhaes, M.E. Oliveira & C. Romão, 1999. *Libro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*, Vol. I. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação de Natureza (SNPRCN), Lisboa, 219 pages.
60. Camus, E. G., 1903. Le genre *Artemisia* dans la flore française. *Bull. Sci. Pharmacologiques* **7**: 56-59 et 317-342.
61. Capula, M. & M. Corti, 1993. Morphometric variation and divergence in the West Mediterranean *Discoglossus* (Amphibia : Discoglossidae). *J. Zool. London* **231**: 141-156.
62. Carchini, G. & P. Nicolai, 1984. Food and time resource partitioning in two coexisting *Lestes* species (Zygoptera : Lestidae). *Odonatologica* **13** (3): 461-466
63. Casper, S.J. & H.D. Krausch, 1981. *Littorella* L. in *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 24. 2. Teil. Pteridophyta und Anthophyta. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, pp. 801-804, 708 et 453-454.
64. Castroviejo, S., 1986-2001. *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares*, 10 vol. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
65. Cei, J. M. & E. G. Crespo, 1971. Remarks on some adaptative ecological trends of *Pelobates cultripes* from Portugal : thermal requirement, rate of development and water regulation. *Arq. Mus. Bocage* **3**: 9-36.
66. CEN-LR, 2001. Les mares du plateau de vendres. Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, Montpellier, 37 pages.
67. Chagneau, D., 2003. Compte rendu de la sortie botanique du 16/06/2002 aux abords du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique). *ERICA* **17**: 49-52.
68. Cham, S. A., 1992. Ovipositing behaviour and observations on the eggs and prolarvae of *Ischnura pumilio* (Charpentier). *J. Brit. Dragonfly Soc.* **8**(2): 6-10.
69. Cham, S. A., 1993. Further observations on generation time and maturation of *Ischnura pumilio* with notes on the use of a mark-recapture programme. *J. Brit. Dragonfly Soc.* **9**(2): 40-46.
70. Charrel, L., 1913. *Flore de la Provence centrale (Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse) ou catalogue raisonné des plantes vasculaires de cette région*, fasc. 12. Morici, Toulon, p. 95.
71. Châtenier, C., 1922. Plantes nouvelles, rares et critiques du bassin moyen du Rhône. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **69**: 710-720.
72. Chevassut, G. & P. Quézel, 1956. Contribution à l'étude des groupements végétaux des mares temporaires à *Isoetes velata* et de dépressions humides à *Isoetes hystrix* en Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.* **47**: 59-73., Alger.
73. Cheylan, M. & D. Massemin, 1999. Note sur le statut du Discoglosse sarde (*Discoglossus sardus*) dans le Parc national de Port-Cros (Var). *La Lettre du Sonneur* **2**: 1-3.
74. Cheylan, M. & F. Poitevin, 1999. Le Pélobate à couteaux (*Pelobates cultripes*) en zone littorale du Languedoc-Roussillon : statut et propositions pour une meilleure protection de l'espèce. *DIREN Languedoc-Roussillon*, 42 pages.
75. Cheylan, M. 1983. Statut actuel des Reptiles et Amphibiens de l'archipel des Iles d'Hyères (Var, Sud-est de la France). *Trav. Sci. Parc Nation. Port-cros Fr.* **9**: 35-51.
76. Cirujano, S. & M. Velayos, 1993. Elatine in *Flora iberica*, vol.3, S. Castroviejo (ed.). Real Jardín Botánico, CSIC, pp.155-156.
77. Cirujano, S., C. Montes, P. Martino, S. Enriquez & P. Garcia Murillo, 1988. Contribucion al estudio del genero *Riella* Mont. (*Sphaerocarpaceae, Riellaceae*) en Espana. *Limnética* **4**: 41-50.
78. Cirujano, S., M. Velayos & P. Garcia Murillo, 1993. *Riellea heliophyllae* una nueva clase fitosociologica de plantas aquaticas. *Bot. Complutensis* **18**: 203-211.
79. Cirujano, S., M. Velayos Rodriguez, F. Castilla Lattke & M. Gil Pinilla, 1992. Criterions botanicos para la valoracion de las lagunas y humedales españoles (península iberica y las islas Baleares). *ICONA, CSIC*, 456 pages.
80. Citoleux, J., B. Treben & R. Ragot 2002. La flore des mares temporaires du Pays Bigouden en Sud Finistère : premier inventaire et intérêt patrimonial. *ERICA* **16**: 57-65.
81. Clavaud, A., 1883. Communication. *Actes Soc. Linn. Bordeaux* **37**: 52-55.
82. Clément, B. & J. Touffet, 1983. Des éléments de la classe des *Littorelletea* en Bretagne. *Coll. Phytosociol.* **10**: 295-317.
83. Colas, B., M. Riba & J. Molina, 1996. Statut démographique de *Centaurea corymbosa*, Pourret (Asteraceae), *Hormatophylla pyrenaica* (Lapeyr.) Cullen & Dudley (Brassicaceae) et *Marsilea strigosa* Willd (Marsileaceae-Pteridophyta), trois plantes rares du sud de la France. *Acta Bot. Gallica* **143**: 191-198.
84. Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, 1998. Flore et vertébrés rares des sites du Conservatoire du littoral. Les Cahiers du conservatoire du littoral n°11, 193 pages.
85. Contandriopoulos, J., 1962. Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. *Ann. Fac. Sci. Marseille* **32**: 129-132.
86. Conti F., A. Mauzi & F. Pedrotti, 1992. *Libro Rosso delle piante d'Italia*. WWF Italia, Società Botanica Italiana, Ministero dell'Ambiente, 637 pages.
87. Convention de Berne, 1979. Convention relative à la Conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, Berne 19/09/1979. Série des traités européens n° 104.
88. Cooke S. D., A. S. Cooke & T. H. Sparks, 1994. Effects of scrub cover of ponds on great crested newts breeding performance in *Conservation and management of great crested newts* A. Gent & R. Bray (eds.). Proceedings of a symposium held at Kew Gardens. *English Nature Report* **20**: 71-74.
89. Corbet, P. S., 1999. *Dragonflies, Behaviour and Ecology of Odonata*. Harley Books, England, 829 pages.
90. Corillion, R, 1957. Les Charophycées de France et d'Europe occidentale (étude systématique, écologique, phytosociologique et phytogéographique. Thèse-ès-Sciences, Toulouse, 449 pages.
91. Corillion, R, 1975. *Flore des Charophytes du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Jouve, Paris, 214 pages.
92. Cottarelli, V. & G. Mura, 1983. Anostraci, Notostraci, Concostraci (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Conchostraca) in *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/194, **18**, 73 pages.
93. Couteaux, M. & A. Pons, 1987. La signification écologique du pollen d'*Artemisia* dans les sédiments quaternaires. I-Le problème. II-L'éventualité d'un rôle d'*Artemisia* palustres. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **134**: 283-292.
94. Curletti, G. & P. Ponel, 1994. *Agrilus lacus* n. sp. de Provence (Coleoptera, Buprestidae). *Lambillionea* **94**(3): 353-358.
95. D'Aguilar, J. & J. L. Dommanget, 1998. *Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord : L'identification et la biologie de toutes les espèces*. Delachaux et Niestlé, 463 pages.
96. Danton, P. & M. Baffray, 1995. *Inventaire des plantes protégées en France*. Nathan, 293 pages.
97. Daumas, P., P. Quézel & S. Santa, 1952. Deux nouvelles stations algériennes de *Pilularia minuta* Dur. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* **43**: 65-68.
98. De Foucault, B., 1988. Les Végétations Herbacées Basses Amphibiens : Systématique, Structuralisme, Synsystématique. *Dissert. Botanicae* **121**: 1 150.
99. De Litardière, R., 1955. Nouvelles contributions à l'étude de la flore de la Corse (fasc. 9). *Candollea* **15**: 28.
100. De Pouzol, P. M. C., 1862. *Flore du département du Gard ou description des plantes qui croissent naturellement dans ce département*, Tome 2. Coulet & Delahaye, Paris, 347 pages.
101. De Pouzol, P. M. C., 1862. *Flore du département du Gard ou description des plantes qui croissent naturellement dans ce département*, Tome 1. Coulet & Delahaye, Paris, 355 pages.
102. Defaye, D., N. Rabet & A. Thiéry, 1998. *Atlas et bibliographie des Crustacés Branchiopodes (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) de France métropolitaine*. Coll. Patrimoines Naturels, n°32, Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN, Paris, 61 pages.
103. Delaunay, M. & M. Cheylan, 1992. *Atlas de Répartition des Batraciens et des Reptiles de Corse*. Parc Naturel Régional de Corse et Ecole Pratique des Hautes Etudes, Pampelune, Spain, 128 pages.
104. Delaunay, M., 1999. Plan de restauration des Discoglosses corse et sarde (Amphibiens, Anoures, Discoglossidés) - Etat des connaissances. AGENC, Rapport final non publié. Ministère de l'environnement, Direction de la Nature et des Paysages, 30 pages.
105. Deperiers-Robbe, S., 2000. Etude préalable à l'établissement du livre rouge des bryophytes de France métropolitaine. Ministère de l'Environnement, DNP, Laboratoire de Phytogéographie, Université de Caen, 207 pages.
106. Des Abbayes, H., 1946. L'association à *Bulliardia Vaillantii* DC. et *Ranunculus nodiflorus* L. (*Bulliardeto-Ranunculetum nodiflori* des Abb.) dans le Massif armoricain. *Bull. Soc. Sci. Bretagne* **21**(1-2-3-4): 52-60.
107. Deschâtres, R., 1991. *Ranunculus nodiflorus* L. in *Notes et contributions à la flore de Corse, VII*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (ed.). *Candollea* **46**: 206.

108. Deschâtres, R., 1993. *Ranunculus revelieri* Boreau in *Notes et contributions à la flore de Corse IX*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (ed.). *Candollea* **48**: 559.
109. Deschâtres, R., G. Dutartre G. & G. Bosc, 1991. *Ranunculus revelieri* Boreau in *Notes et contributions à la flore de Corse VII*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (ed.). *Candollea* **46**: 206-207.
110. Devesa, J. 1987. *Teucrium* in *Flora vascular de Andalucía occidental*, Vol 2, B. Valdés, S. Talavera & E. Fernandez-Galiano (eds). Ketres, Barcelone, pp. 458-468.
111. Diaz-Paniagua, C. & B. Arrizabalaga, 1987. Development and growth rates of coexisting of *Pelobates cultripedes* and *Pelodytes punctatus* in *Proced. 4th Ord. General. Meet. Soc. Europ. Herpet.*, J.J. Gelder, H. Van Strijbosch & P. J. M. Bergers (eds), Nijmegen, pp. 115-118.
112. Diaz-Paniagua, C., 1983. Influencia de las características del medio acuático sobre las poblaciones de larvas de anfibios en la Reserva Biológica de Doñana (Huelva, España). *Doñana Acta Vertabrata* **10**: 41-53.
113. Diaz-Paniagua, C., 1985. Larval diets related to morphological characters of five Anuran species in the biological reserve of Doñana (Huelva, Spain). *Amphib. Reptilia* **6**: 307-322.
114. Diaz-Paniagua, C., 1986. Reproductive period of amphibians in the biological reserve of Doñana (SW Spain) in *Studies in Herpetology*, Z. Róček (ed.), Societas Europaea Herpetologica, Prague, pp. 429-432.
115. Diaz-Paniagua, C., 1988. Temporal segregation in larval amphibian communities in temporary ponds at a locality in SW Spain. *Amphib. Reptilia* **9**: 15-26.
116. Diaz-Paniagua, C., 1990. Temporary ponds as breeding sites of amphibians at a locality in southwestern Spain. *Herpetol. J.* **1**: 447-453.
117. Dierssen, K., 1983. *Littorelletea* communities and problems of their conservation in Western Germany. *Coll. Phytosociol.* **10**: 319-332.
118. Dierssen, K., 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. *Bryophytorum Bibliotheca* **56**: 1-289.
119. Directive 92/43/CEE, 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la Conservation des Habitats naturels ainsi que de la Faune et de la Flore Sauvages. *Journal officiel des Communautés européennes* **L206**: 7.
120. Dohogne, R., 1999. Le Pélolyte ponctué et le Pélobate cultripède sur la réserve naturelle de Roquehaute (34) : caractérisation et propositions de gestion des sites de reproduction. Brevet de Technicien Supérieur en Gestion et Protection de la Nature, 99 pages.
121. Doménech, S., 1994. Nota sobre le reproducción de *Pelobates cultripedes* en la comarca de la Selva (Girona). *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.* **5**: 23-25.
122. Dommanget, J. L., 1994. Atlas préliminaire des odonates de France : Etat d'avancement au 31/12/93. *Coll. Patrimoines naturels vol 16*, Muséum National d'Histoire Naturelle, 92 pages.
123. Donath, H., 1981. Verbreitung und Ökologie von *Lestes barbarus* in der Nord-Westlichen Niederlausitz (Odonata, Lestidae), *NOVIUS, Kulturbund der DDR, Berlin* **3**: 33-36.
124. Dubois, A. & C. Héban, 1968. Un *Riella* nouveau pour la France. *Natur. Monsp.* **19**: 43-46.
125. Duguet, R. & F. Melki, 2003. Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Editions Biotope, Méze, France, 480 pages.
126. During, H., 1979. Life strategies of Bryophytes : a preliminary review. *Lindbergia* **5**: 2-18.
127. Duvigneaud, J., 1971. L'association à *Littorella uniflora* et *Eleocharis acicularis* dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg* **104**: 235-252.
128. ECCB, 1995. *Red Data Book of European Bryophytes*. ECCB, Trondheim, 291 pages.
129. Eder, E., 2002. SEM investigations of the larval development of *Imnadia yeyetta* and *Leptestheria dahalacensis* (Crustacea: Branchiopoda: Spinicaudata). *Hydrobiologia* **486**: 39-47.
130. El Khiafi, N., 1995. Biotypologie et biogéographie des Charophycées du Maroc. Thèse-ès-Sci. Université de Cadi Ayyad, Marrakech, 155 pages.
131. El Khiafi, N., I. Soulié-Märsche, M. Ramdani & R. Flower, 2002. A study of subfossil oospores of *Nitella opaca* (Charophyceae) from Megene Chitane Tunisia). *Cryptog Algal* **23/1**: 65-73.
132. Feldmann, G., 1946. Les Charophycées d'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* **37**: 64-118.
133. Fennane, M. & M. Ibn Tattou, 1998. Catalogue des plantes endémiques, rares ou menacées du Maroc. *Bocconeia*. **8**: 1-243.
134. Fennane, M., M. Ibn Tattou, J. Mathez, A. Ouyahya & J. El Oualidi, 1999. Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires, vol. 1. *Trav. Inst. Sci. Rabat Sér. Bot.* **36**, 558 pages.
135. Fiers, V., 1998. *Observatoire du patrimoine naturel des Réserves Naturelles de France. Analyse de l'enquête 1996*. RNF et MATE, Paris. 200 pages
136. Fiton, J., 1916. *Elatine bronchonii* Clavaud. *Soc. Franç. Echange Pl. Bull.* **6** : 28-30.
137. Foggi, B. & A. Grigioni 1999. Contributo alla conoscenza della vegetazione dell'Isola di Capraia (Arcipelago toscano). *Parlatorea* **3**: 5-33.
138. Fournier, P., 1936. *Les quatre flores de France*, Lechevalier, Paris, 442 pages.
139. Fournier, P., 1961. *Les quatre flores de la France*. Lechevalier, Paris VI, 1 105 pages.
140. Francillon-Vieillot, H., J. W. Arntzen & J. Geraudie, 1990. Age, growth and longevity of sympatric *Triturus cristatus*, *Triturus marmoratus* and their hybrids (Amphibia, Urodela). A skeletochronological study. *J. Herpetol.* **24**: 13-22.
141. Gamisans, J. & D. Jeanmonod, 1993. *Catalogue des plantes vasculaires de la Corse (2^e ed.) Compléments au Prodrome de la flore corse*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (éd.). Conservatoire et Jardin botaniques, Ville de Genève, pp. 32 et 215-216.
142. Gamisans, J. & I. Guyot, 1991. *Ophioglossum azoricum* C. Prel in *Notes et contributions à la flore de Corse VII* D. Jeanmonod & H.M. Burdet (eds.). *Candollea* **46**: 183.
143. Gamisans, J., 1970. Contribution à l'étude de la flore de la Corse. *Candollea* **25(1)**: 124.
144. Gamisans, J., 1976. La végétation des montagnes corse. *Phytocoenologia* **3(4)**: 482-484.
145. Gamisans, J., 1988. Plantaginaceae in *Compléments au prodrome de la flore corse* D. Jeanmonod & H.M. Burdet (ed.). Conservatoire et jardin botaniques de Genève, pp 7-8.
146. Garcia, C. M. & J. G. De Lomas, 2001. La laguna pluvial temporal en la Vbega. <http://www2.uca.es/grup-invest/ecosit-acuaticos/Laguna%dulce.htm> 19/06/02
147. Garcia-Paris, M., 1990. Comportamiento de acecho en *Pelobates cultripedes* (Cuvier, 1829). *Rev. Esp. Herp.* **4**: 45-49.
148. Garraud, L., 2003. *Flore de la Drôme. Atlas écologique et floristique*. CBNA, Gap-Charance, 548 pages.
149. Garreau de loubresse, N., 1965. Caractères les plus apparents de la reproduction de *Tanymastix lacunae* G. En élevage. *C. R. Acad. Sci., Paris* **260(12)**: 1751-1754.
150. Garreau de loubresse, N., 1974. Etude chronologique de la mise en place des enveloppes de l'œuf d'un crustacé Phyllopode: *Tanymastix lacunae*. *J. Microscopie* **20**: 21-38.
151. Garreau de loubresse, N., 1982. La sécrétion des glandes à activité cyclique: les glandes coquillières d'un Crustacé. Thèse Doctorat es Sciences, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 172 pages.
152. Gasc, J. P., A. Cabela, J. Crnobrnja-Isailovic, D. Dolmen, K. Grossenbacher, P. Haffner, J. Lescure, H. Martens, J. P. M. Rica, H. Maurin, M. E. Oliveira, T. S. Sofianidou, M. Veith & A. Zuiderwijk, 1997. *Atlas of amphibians and reptiles in Europe*. Societas Europaea Herpetologica/Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris, 496 pages.
153. Gaudillat, V. & J. Haury, 2002. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 3 Habitats humides*. La Documentation française, pp146-148 et 152-154.
154. Gauthier, H., 1928. Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse Minerva, Alger, 419 pages.
155. Gautier, G., 1898. *Catalogue raisonné de la Flore des Pyrénées-Orientales*. P. Klincksieck (ed), 392 pages.
156. Géhu, J. M., M. Kaabeche & R. Gharzouli, 1994. Phytosociologie et typologie des rives des lacs de la région de El Kala (Algérie). *Coll. Phytosociol.* **22**: 297-329.
157. Girerd, B. 1990. *La flore du département de Vaucluse, nouvel inventaire*. Sté Botanique du Vaucluse, 297 pages.
158. Goujard, G., 1997. Modernisation de l'inventaire des ZNIEFF. Application à la partie littorale des Bouches-du-Rhône (13). DESS Génie de l'Environnement Univ. Paris-Sud Orsay. *Cons. Bot. Nat. Médit. Porquerolles*, 31 pages + annexes.
159. Grand, D. & M. Papazian, 2000. Etude faunistique des odonates de Corse. *Martinia* **16(2)**: 31-50.
160. Greuter, W., H. M. Beurdet & M. De Long, 1984-1989. *Med-Checklist*, 3 vol. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Genève.
161. Griffiths, A. R. & S. C. William, 2000. Modelling population dynamics of great crested newts (*Triturus cristatus*) : a population viability analysis. *Herpetol. J.* **10**: 157-163.
162. Grillas, P. & L. Tan Ham, 1998. Dynamique intra- et interannuelle de la végétation dans les mares de la Réserve Naturelle de Roque-Haute: programme d'étude et résultats préliminaires. *Ecol. Mediter.* **24(2)**: 215-222.

163. Grime, J. P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & sons, Chichester, 222 pages.
164. Groves, J & Bullock-Webster, R. G., 1920. *The British Charophyta. I. Nitelleae*, Royal Society London, 141 pages.
165. Guerlesquin, M., 1978. *Nouvelle contribution à l'étude des Charophytes du Maroc nord-occidental*. Travaux de la RCP 249, CNRS, pp. 109-137.
166. Guinochet, M. & R. Vilmorin, 1978. *Flore de France, Fascicule 3*. CNRS, 866 pages.
167. Guinochet, M., 1982. *Artemisia in Flore de France*, M. Guinochet & R. de Vilmorin (ed), CNRS, p. 1460.
168. Günther, R., 1996. *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*. Jena: Gustav Fischer Verlag, 825 pages.
169. Hafner, H., 1977. Contribution à l'étude écologique de quatre espèces de hérons (*Egretta garzetta* L., *Ardeola ralloides* Scop., *Ardeola ibis* ; *Nycticorax nycticorax* L.) pendant leur nidification en Camargue. PhD. Thèse, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 183 pages + annexes.
170. Hayward, R., R. S. Oldham, P. J. Watt & S. M. Head, 2000. Dispersion patterns of young great crested newts (*Triturus cristatus*). *Herpetol. J.* **10**: 129-136.
171. Hebrard, J. P., 1970. Formations muscinales rupicoles de Provence cristalline. *Ann. Fac. Sci. Marseille XLIV*: 99-119.
172. Hébrard, J. P., 1990. *Pilularia minuta* Durieu in *Notes et contributions à la flore de Corse VI*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (eds). *Candollea* **45**: 263.
173. Heidemann, H. & R. Seidenbusch, 2002. Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Société Française d'Odonatologie, 415 pages.
174. Herra, C., 1990. *Illecebrum* L. in *Flora Iberica, Plantas vasculares de la Peninsula Ibérica e Islas Baleares*, vol. 2. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 136-138.
175. Hertzog, L., 1935. Notes faunistiques de Camargue. 1. Crustacés. *Bull. Soc. Zool. Fr.* **60**: 265-282.
176. Hilton-Taylor, C., 2000. *2000 IUCN Red list of threatened species*. Gland & Cambridge. xvii + 61 pages.
177. <http://www.programanthos.org/anthos.asp>, 5 janv. 2004
178. Hy, F., 1913. Les Characées de France. *Mémoires de la Société Botanique de France* **28**: 1-43.
179. Ibars, A. & E. Estrelles, 1997. *Asistencia tecnica para la conservacion de especies valencianas del genero Marsilea protegidas por la Directiva de habitats*. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente, 79 pages.
180. Ibars, A., J. Herrero-Borgonon, E. Estrelles & I. Martinez, 1999. Helechos de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana, pp 101-102.
181. Jahandiez, E. & R. Maire 1931-1934. *Catalogue des plantes vasculaires du Maroc*, 3 vol. Minerva, Alger.
182. Jakob, C., 2001. Lebenszyklus einer mediterranen *Triturus marmoratus* Population (Urodela: Salamandridae) - Auswirkungen von Klima und temporärem Habitat auf Reproduktion, demographische Populationsstruktur und Migrationsverhalten. PhD. Johannes Gutenberg Universität, Mainz, 103 pages.
183. Jakob, C., C. Miaud, A. J. Crivelli & M. Veith, 2003. 1. How to cope with periods of drought? Age at maturity, longevity and growth of marbled newts (*Triturus marmoratus*) in Mediterranean temporary ponds. *Can. J. Zool.* **81**(11): 1905-1911.
184. Jakob, C., G. Poizat, M. Veith, A. Seitz & A. J. Crivelli, 2003. Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Hydrobiologia* **499**: 51-61.
185. Jakob, C., M. Veith, A. Seitz & A. J. Crivelli, 1998. Données préliminaires sur la communauté d'amphibiens de la Réserve Naturelle de Roque-Haute dans le sud de la France. *Ecologia mediterranea* **24**(2): 235-240.
186. Jakob, C., O. Hoffmann, C. Braun, A. J. Crivelli & M. Veith, 1999. Characteristics of intra-pool egg deposition sites of *Triturus marmoratus* and *T. helveticus* In *Current studies in Herpetology*, C. Miaud & R. Guyétant (eds). Societas Europea Herpetologica, Le Bourget du Lac, p. 324.
187. Jehle, R. & J. W. Arntzen, 2000. Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *J. Zool.* **251**: 297 - 306
188. Jehle, R., 2000. The terrestrial summer habitat of radio-tracked great crested newts (*Triturus cristatus*), and marbled newts (*T. marmoratus*). *Herpetol. J.* **10**: 137-142.
189. Jelenc, F., 1955. Les Muscinées de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Géogr. Arch. Oran* **72-76**: 1-152.
190. Jelenc, F., 1957. Les Bryophytes nord-africaines IV. Le genre *Riella* en Afrique méditerranéenne et au Sahara. *Rev. Bryol. Lichénol.* **26**(1-2): 20-50.
191. Joly, P., 1994. La compétition chez les têtards. *La Recherche* **264**(25): 438-440.
192. Jordan, A., 1847. *Observations sur plusieurs plantes nouvelles rares ou critiques de la France. Cinquième fragment*. Baillière, Paris pp. 40-47.
193. Jovet-Ast, S., 1986. Les *Riccia* de la région méditerranéenne. *Cryptogamie, Bryol. et Lichénol.* **7**(3): 287-431.
194. Julve, P., 1993. Synopsis phytosociologique de la France (communités de plantes vasculaires). *Lejeunia* **140**:1-160.
195. Kessler, F., 2000. Découverte de *Trifolium ligusticum* Balbis dans les Cévennes méridionales lozériennes. *Monde Plant.* **468**: 10.
196. Kirchner, F., J. B. Ferdy, C. Andalo, B. Colas & J. Moret, 2003. Role of corridors in plant dispersal : an example with the endangered *Ranunculus nodiflorus*. *Conserv. Biol.* **17**(2): 401-410.
197. Knoepffler, L. P., 1962. Contribution à l'étude du genre *Discoglossus* (Amphibiens Anoures). *Vie Milieu* **13**: 1-94.
198. Knoepffler, L. P., 1973. Les reptiles et les amphibiens. *Revue d'information régionale du sud-est pour la sauvegarde de la vie et de la nature*, Port-Cros **7**: 61-64.
199. Knoepffler, L. P., 1978-1979. *Triops cancriformis* (Bosc), crustacé phyllopode prédateur de têtards et de jeunes Amphibiens. *Vie Milieu* **28-29**(1 série-C): 117-121.
200. Krause, W., 1997. Charales (Charophyceae) in *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). Gustav Fischer, Stuttgart, 202 pages.
201. Kuller, Z. & A. Gasith, 1996. Comparison of the hatching process of the tadpole shrimps *Triops cancriformis* and *Lepidurus apus lubbocki* (Notostraca) and its relation to their distribution in rainpools in Israel. *Hydrobiologia* **335**: 147-157.
202. Kupfer, A. & S. Kneitz, 2000. Population ecology of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape : dynamics, pond fidelity and dispersal. *Herpetol. J.* **10**: 165-171.
203. Laan, R. & B. Verboom, 1990. Effect of pool size and isolation on amphibian communities. *Biol. Conserv.* **54**: 251-262.
204. Landmann, A., 1985. Stukturierung, ökologie und saisonale dynamik der Libellenfauna eines tempopären gewässers. *Libellula* **4**(1/2): 49-80.
205. Lanfranco, S., 1990. The ecology of freshwater rockpools in Malta. University of Malta, 195 pages.
206. Lanfranco, S. & E. Lanfranco 1999. *Riella helicophylla* (Mont.) Hook. (Bryopsida ; hepaticae ; Riellaceae) ; a new addition to the macrophytic wetland flora of the maltese Islands. *Centr. Mediter. Nat.* **3**(1): 13-14.
207. Langenbach, A., 1993. Time of colour change in female *Ischnura pumilio* (Charpentier) (Zygoptera : Coenagrionidae). *Odonatologica* **22**(4): 469-477.
208. Le Dantec, C., J.-P. Suc, D. Suballyova, J.-L. Vernet, S. Fauquette & M. Calleja, 1998. Evolution floristique des abords de la mare de Grammont (Montpellier, sud de la France) depuis un siècle : disparition d'*Isoetes setacea* Lam. *Ecol. Mediter.* **24**(2): 159-170.
209. Lescure, J. 1984. La répartition passée et actuelle des Pelobates (Amphibiens, Anoures) en France. *Bull. Soc. Herp. Fr.* **29**: 45-59.
210. Lesouëf, J. Y. & P. Richard, 1995. *Elatine brochonii* Clavaud in *Livre Rouge de la flore menacée de France*, L. Olivier, J.P. Galland, H. Maurin & J.P. Roux (eds.). Muséum National d'Histoire Naturelle, Service du Patrimoine naturel, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris, p. 179.
211. Lesouëf, J. Y., 1997. Flore en Péril. *La Garance Voyageuse* **39**: 10-17.
212. Lewin, J. M. & G. Escoubeyrou, 1997. L'Isoetion et groupements associés en fenouillères (Pyrénées-Orientales). *Monde Plant.* **460**: 22-23.
213. Lewin, J. M., 2000. Heurs et malheurs des milieux humides temporaires en Roussillon. *Monde Plant.* **468**: 16.
214. Lizana, M., R. Marquez & R. Martin-Sanchez, 1994. Reproductive biology of *Pelobates cultripedes* (Anura: Pelobatidae) in Central Spain. *J. Herpetol.* **28**: 19-27.
215. Loisel, R., 1976. La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français. Thèse de Doctorat-ès Sciences, Université d'Aix-Marseille 3, Marseille 376 pages + annexes.
216. Lombardini, K., A. Olivier & M. Cheylan, 2002. Suivi patrimonial de la communauté d'amphibiens de la mare de Valliguières, Gard.- troisième année d'étude. Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc Roussillon, Montpellier, 27 pages.
217. Longhurst, A. R., 1955. A review of Notostraca. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool. London* **3**(1): 1-57.

218. López González, G., 1986. *Ranunculus* sect. *Flammula* in *Flora Iberica*, S. Castroviejo (ed.). Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp 310-315.
219. Lorenzoni, C. & G. Paradis, 1997. Description phytosociologique d'une mare temporaire à *Elatine brochonii* dans le sud de la Corse. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest N. S. **28**: 21-46.
220. Lorenzoni, C. & G. Paradis, 1998. Description phytosociologique de la station corse d'*Eryngium pusillum*. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest N. S. **29**: 7-32.
221. Lorenzoni, C. & G. Paradis, 2000. Phytosociologie de mares temporaires méditerranéennes: les Tre Padule et la Padule Maggiore (Suartone, Commune de Bonifacio, Corse). Coll. Phytosociol. **27**: 571-593.
222. Lorenzoni, C. & G. Paradis, 2000. Phytosociologie et phytocartographie de mares temporaires méditerranéennes: les Tre Padule de Suartone (Corse). Coll. Phytosociol. **26**: 571-593.
223. Lorenzoni, C., 1994. *Pilularia minuta* Durieu in *Notes et contributions à la flore de Corse X*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (eds.). Candollea **49**: 573.
224. Lorenzoni, C., 1996. *Pilularia minuta* Durieu in *Notes et contributions à la flore de Corse XII*, D. Jeanmonod & H.M. Burdet (eds.). Candollea **51**: 518.
225. Lorenzoni, C., 1997. Etude de la végétation des mares temporaires méditerranéennes de la Corse. Collectivité Territoriale de Corse, Office de l'Environnement de la Corse, Programme LIFE "Conservation des habitats naturels et des espèces végétales d'intérêt communautaire prioritaire de la Corse", 247 pages + 7pl.
226. Lorenzoni, C., G. Paradis & C. Piazza, 1994. Un exemple de typologie d'habitats littoraux basée sur la phytosociologie : les pourtours de la baie de Figari et du cap de la Testa Ventilegne (Corse du Sud). Coll. Phytosociol. **22**: 213-296.
227. MNHN, 1993. *Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux français*. Collection Patrimoine Naturel, vol. 13, série Patrimoine écologique. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.
228. Maire, R., 1926. Contributions à l'étude de la Flore de l'Afrique du Nord, fasc. 10. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord **17**: 104-126.
229. Maire, R., 1932. Contributions à l'étude de la Flore de l'Afrique du Nord. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord **23**: 163-222.
230. Maire, R., 1952-1987. *Flore de l'Afrique du Nord*, 16 vol. Lechevalier, Paris.
231. Maire, R., R. Molinier & G. Tallon, 1947. Une Labiée inédite de la flore française. C. R. Séances Acad. Sci. Paris **224**: 1132-1133.
232. Maire, R., R. Molinier & G. Tallon, 1947. Une Labiée nouvelle de la flore de France. Bull. Soc. Bot. Fr. **94**: 215-219.
233. Malcuit, G., 1962. *L'Isoetion* en Corse. Ann. Fac. Sci. Marseille **3**: 87-102.
234. Mandin, J. P. & V. Hugonnot, 2001. Présence de mares temporaires méditerranéennes en Ardèche (France). Bull. Soc. Bot. Fr. **16**: 61-70.
235. Marchetti, E., 1997. Les mares temporaires de Corse, essai de typologie. Collectivité Territoriale de Corse, Office de l'Environnement de la Corse, Programme LIFE "Conservation des habitats naturels et des espèces végétales d'intérêt communautaire prioritaire de la Corse", Mémoire de DESS "Ecosystèmes méditerranéens", Université de Corse, 142 pages.
236. Margalef, R., 1958. Algunos crustaceos de las aguas continentales de Espana y Norte de Africa. Misc. Zool. **1**(1): 51-60.
237. Marincek, M. & B. Petrov, 1984. Taxonomic investigations within the genus *Imnadia* (Conchostraca, Crustacea). Bull. Mus. Hist. Nat. B **39**: 105-122.
238. Marincek, M. & B. Petrov, 1992. Contribution to the knowledge of Notostraca (Branchiopoda, Crustacea) in Yugoslavia. Bull. Mus. Hist. Nat. B **47**: 123-129.
239. Marincek, M., 1972. Une nouvelle espèce du genre *Imnadia*, Hertzog (Phyllopoda, Conchostraca) découverte. Bull. Mus. Hist. Nat. B **27**: 109-123.
240. Martinez Parras, J. M., M. Peinado Lorca, C. Bartolomé Esteban & J. Molero Mesa, 1988. Algunas comunidades vegetales higrófilas e higrónitrófilas estivo-autumnales de la provincia de Granada. Acta Botanica Barcinonensia **37**: 271-279.
241. Masotti, V., F. Futeau, J.M. Bessière & J. Viano, 2003. Seasonal and Phenological Variations of the Essential Oil from the Narrow Endemic Species *Artemisia molinieri* and its Biological Activities. J. Agric. Food Chem. **51**(24): 7115-7121.
242. Maurin, H., 1994. *Le livre rouge. Inventaire de la faune menacée de France*. WWF, MNHN, Nathan, 176 pages.
243. Médail, F., H. Michaud, J. Molina & R. Loisel, 1996. Biodiversité et conservation des phytocénoses des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. 7^e Rencontres de l'Agence Régionale Pour l'Environnement. Journée Scientifique Internationale BIO/MES, "Espèces et habitats dulçaquicoles à régime transitoire en région méditerranéenne : mares transitoires, dayas, oueds et cours d'eau intermittents", pp. 47-57.
244. Médail, F., R. Loisel, M. Papazian, P. Ponel, T. Varenne, F. Dhermain, P. Orsini & S. Beltra, 1993. Etude écologique de la Plaine des Maures. CEEP, Ministère de l'Environnement, 114 pages.
245. Médail, F. & P. Quézel, 1994. Liste des habitats naturels retenus dans la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, présents en région méditerranéenne française (Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Corse). I.M.E.P. & C.B.N.M.P., 70 pages.
246. Médail, F., H. Michaud, J. Molina, G. Paradis & R. Loisel, 1998. Conservation de la flore et de la végétation des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. Ecol. Mediter. **24**(2): 119-134.
247. Miaud, C., 1990. La dynamique des populations subdivisées : étude comparative chez trois Amphibiens Urodèles (*Triturus alpestris*, *T. helveticus* et *T. cristatus*). These de Doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, 205 pages.
248. Miaud, C., 1991. Essai de synthèse sur les caractéristiques démographiques des tritons du genre *Triturus*. Bull. Soc. Herp. Fr. **59**: 1-18.
249. Michaud, H. & J. Molina, 1999. L'étang de la Capelle. Bull. Soc. Bot. Vaucluse **7**-8.
250. Molero, J. & A. M. Romo, 1988. Vegetación higrónitrófila de los embalses del curso superior del Segre y de la Noguera Pallaresa (pre-pirineos Centrales). Acta Botanica Barcinonensia **37**: 289-296.
251. Molina, J., 1998. Typologie des mares de Roque-Haute. Ecol. Mediter. **24**(2): 207-213.
252. Molinier, R. & G. Tallon, 1947. *L'Isoetion* en Crau (Bouches-du-Rhône). Bull. Soc. Bot. Fr. **94**: 260-268.
253. Molinier, R. & G. Tallon, 1948. *L'Isoetion* en Costière nimoise. Bull. Soc. Bot. Fr. **95**: 343-353.
254. Molinier, R. & G. Tallon, 1950. La végétation de la Crau (Basse Provence). Revue Générale de Botanique **67**3: 173-192.
255. Molinier, R. & G. Tallon, 1950-1951. La flore de la Crau (Bouches-du-Rhône). Historique et acquisitions récentes. Bull. Soc. Bot. Fr. Mémoires pp. 95-116.
256. Molinier, R. & G. Tallon, 1974. Documents pour un inventaire des plantes vasculaires de la Camargue. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille **34**: 7-165.
257. Molinier, R., 1981. *Catalogue des plantes vasculaires des Bouches-du-Rhône*. Imprimerie Municipale, Marseille, 375 pages.
258. Mossa, L., 1986. Aspetti vegetazionali della Giara di Gesturi (Sardegna centro-occidentale). Ann. Bot. Studi Sul Territorio Roma, pp.1-28.
259. Moubayed, J., 1996. Inventaire préliminaire des invertébrés aquatiques. Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Roque-Haute, 6 pages.
260. Moubayed, J., 1998. Le plateau basaltique de Roque-Haute (Hérault, France) : principales caractéristiques et qualité globale de la zone humide. Ecol. Mediter. **24**(2): 185-206.
261. Moutte, P. & H. Triat, 1968. Existence d'un gisement végétal fossile à Brignoles (Var). Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. Toulon & Var **20**: 154-161.
262. Mura, G., 1991. Life history and interspecies relationships of *Chirocephalus diaphanus* Prévost and *Tanymastix stagnalis* (L.), (Crustacea, Anostraca) inhabiting a group of mountain ponds in Latium, Italy. Hydrobiologia **212**: 45-59.
263. Mura, G., 2001. Updating Anostraca (Crustacea, Branchiopoda) distribution in Italy. J. Limnol. **60**(1): 45-49.
264. Nègre, R., 1956. Notes sur la végétation de quelques dayas des Jbillets orientaux et occidentaux. Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc **36**: 229 - 241.
265. Nègre, R., 1961-1962. *Petite flore des régions arides du Maroc* Vol. 1 & 2, CNRS, Paris, 413 et 567 pages.
266. Nétien, G., 1993. *Flore lyonnaise*. Société Linnéenne, Lyon, 371 pages.
267. Nöllert, G. & A. Nöllert, 1995. *Los Anfíbios de Europa*. Omega, Barcelone, 399 pages.
268. Nöllert, G. & A. Nöllert, 1996. *Die Amphibien Europas*. Franckh-Kosmos Verlag, 382 pages.
269. Nourisson, M. & A. Thiéry, 1988. Crustacés Branchiopodes (Anostracés, Notostracés, Conchostracés) in *Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises*. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon **57**(3/4): 1-53.
270. Nourisson, M. & P. Aguesse, 1961. Cycle annuel des phyllopoies d'une mare temporaire de Camargue. Bull. Soc. Zool. Fr. **86**: 754-762.

271. Nourisson, M., 1960. Aberrations morphologiques chez le Crustacé Phyllopode *Tanymastix lacunae* Guérin. Bull. Soc. Sci. Nancy, pp. 249-252.
272. Nozeran, R. & J. Roux, 1958. A propos d'un *Isoetion* dans les Pyrénées-Orientales. Natur. Monsp. **10**: 81-90.
273. OEC, 2001. Les peuplements d'invertébrés aquatiques de la mare de Padulu. OEC, Programme LIFE Mares temporaires, Université de Corse, pp.7 et 19-20.
274. Olivier, L., J. P. Galland, H. Maurin & J. P. Roux, 1995. *Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I: espèces prioritaires*. Museum National d'Histoire Naturelle, Service Patrimoine Naturel, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris, 486 pages + annexes.
275. Ould Loueid, S. A. C., 1991. Contribution à l'étude du fonctionnement du peuplement de macrophytes vasculaires des mares temporaires (d'ays) de la Mamora sud-occidentale (région de Rabat-Maroc). Thèse de 3^e cycle ENS Takadoum, Rabat, 208 pages + annexes.
276. Paradis, G. & A. Orsini, 1992. Etude phytosociologique de l'étang de Canniccia et de ses bordures (Commune de Sollacaro, Corse du sud). Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse Fr. **38**: 61-119.
277. Paradis, G. & C. Lorenzoni, 1994. Etude phytosociologique de communautés thérophytiques hygro-nitrophiles estivo-automnales de la Corse (groupements à *Crypsis aculeata*, *Crypsis schoenoides*, *Glinus lotoides* et *Chenopodium chenopodioides*). Nouvelles propositions syntaxonomiques. (2^e contribution). Monde Plant. **449**: 19-26.
278. Paradis, G. & C. Lorenzoni, 1994. Localisation en Corse des principales espèces citées dans l'étude phytosociologique des communautés thérophytiques hygro-nitrophiles estivo-automnales de l'île. Monde Plant. **450**: 5-8.
279. Paradis, G. & C. Piazza, 1995. Phytosociologie du site protégé de l'Ortolo (Corse). Etude préliminaire à sa gestion. Coll. Phytosociol. **21**: 51-100.
280. Paradis, G. & M. L. Pozzo di Borgo, 2000. Etude phytosociologique et phytocartographique du "delta du Stabiacciu" (Porto-Vecchio, Corse), site proposé pour le réseau Natura 2000. Coll. Phytosociol. **26**: 595-662.
281. Paradis, G., 1992. Observations synécologiques sur des stations corses de trois thérophytes fini-estivales: *Crypsis aculeata*, *Crypsis schoenoides* et *Chenopodium chenopodioides*. Monde Plant. **444**: 11-21.
282. Paradis, G., C. Lorenzoni, C. Piazza & M. C. Quilichini, 1999. Typologie d'habitats littoraux basée sur la phytosociologie: la végétation de pointes du sud-ouest de la Corse. Trav. sc. Parc nat. rég. Rés. nat. Corse Fr. **59**: 23-90.
283. Paradis, G., C. Piazza & S. Ravetto, 2002. Paysage végétal du site de Canna-Gradugine (cordon littoral, marais, prairies). Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse, Bastia **698-701**: 43-166.
284. Paradis, G., M. L. Pozzo di Borgo & C. Lorenzoni, 2002. Contribution à l'étude de la végétation des mares temporaires de la Corse. 4. Dépression de Padulu (Bonifacio, Corse). Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest N.S. **33**: 133-184.
285. Paradis, G., M. L. Pozzo di Borgo, J. Gamisans & D. Jeanmonod, 2002. *Ranunculus revelierei* Boreau in *Notes et contributions à la flore de Corse XVIII*, D. Jeanmonod & A. Schlüssel (ed.). Candollea **57**: 349.
286. Peinado Lorca, M., C. Bartolomé Esteban, J.M. Martínez Parras & A. Andrade Ollala, 1988. Notas sobre vegetación vegetales nitrófila, III: contribución al estudio de la clase *Bidentetea tripartitae* en España. Acta Botanica Barcinonensia **37**: 307-316.
287. Pesme, E., 2001. Etude de l'habitat reproducteur de *Discoglossus sardus* (Amphibien, Anoure) sur l'île de Port-Cros et élaboration d'un plan de gestion des milieux humides pour la conservation de cette espèce patrimoniale. Mémoire de fin d'étude (ENSAT), Toulouse, 70 pages.
288. Petit, G. & H. Lomont, 1958. Nouvelle pululation de Pelobate dans la région du Canet (Pyr. Or.), Vie Milieu **9**: 131-133.
289. Petrov, B. & I. Petrov, 1997. The status of Anostraca, Notostraca and Conchostraca (Crustacea: Branchiopoda) in Yugoslavia. Hydrobiologia **359**: 29-35.
290. Phitos, D., A. Strid, S. Snogerup & W. Greuter, 1995. *The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece*. WWF, 527 pages.
291. Pietsch, W., 1973. Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (*Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx. 1943). Vegetatio **28(5)**: 401-438.
292. Pignatti, S., 1982. *Flora d'Italia*, 3 vol. Edagricole, Bologna.
293. Pleguezuelos, J. M., R. Márquez & M. Lizana, 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Asociación Herpetologica Española, Madrid, 587 pages.
294. Poirion, L. & J. Vivant, 1969. *Pilularia minuta* Durieu à Biot (A.-M.). Monde Plant. **364**: 11.
295. Poirion, L. & M. Barbero, 1965. Groupements à *Isoetes velata* A. Braun (*Isoetes variabilis* le Grand). Bull. Soc. Bot. Fr. **112(7-8)**: 436-442.
296. Poirion, L. & M. Barbero, 1966. L'*Isoetion* du massif de Biot (Alpes-Maritimes). Bull. Soc. Bot. Fr. **113(7-8)**: 410-415.
297. Pont, D. & A. Vaquer, 1986. Influence du phyllopode *Triops cancriformis* (Bosc.) sur la biocénose des rizières de Camargue. Acta Oecol. **7(1)**: 75-88.
298. Pottier-Alapetite, G., 1952. Notes préliminaires sur l'*Isoetion* tunisien. Bull. Soc. Bot. Fr. 99^e Session Extraordinaire en Tunisie : 4-6.
299. Prelli, R. & M. Boudrié, 1992. Atlas écologique des fougères et des plantes alliées. Lechevalier, Paris, 272 pages.
300. Prelli, R., 2001. *Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*. Belin, 431 pages.
301. Proctor, V.W., 1961. Dispersal of *Riella* spores by Waterfowl. Bryologist **64**: 58-61.
302. Quézel, P. & C. Zevaco, 1964. Découverte en Corse de *Pilularia minuta*. Bull. Soc. Bot. Fr. **111**: 274-275.
303. Quézel, P. & S. Santa, 1962-1963. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, 2 vol. CNRS, Paris, 1170 pages.
304. Quézel, P., 1957. *Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l'Afrique-du-Nord*. Lechevalier, pp. 249-250.
305. Quézel, P., 1973. Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus. Phytocoenologia **1(2)**: 131-222.
306. Quézel, P., 1998. La végétation des mares transitoires à *Isoetes* en région méditerranéenne, intérêt patrimonial et conservation. Ecol. Mediter. **24(2)**: 111-117.
307. Quézel, P., M. Barbero & R. Loisel, 1966. *Artemisia molinieri*, espèce nouvelle de la flore française. Bull. Soc. Bot. Fr. **113**: 524-530.
308. Quézel, P., M. Barbero., J. Giudicelli., R. Loisel. & E. Terzian, 1979. *Etude des biocénoses des mares et ruisseaux temporaires à éphémérophytes dominants en région méditerranéenne française*. Ministère de l'Environnement, Comité Faune Flore, 53 pages.
309. Rabet, N., 1994. Le Crustacé *Tanymastix stagnalis* (L., 1758) dans la région de Fontainebleau. Bull. Ass. Nat. Vallée Loing **70(2)**: 65-69.
310. Raven, J. A., F. A. Smith & N. A. Walker, 1986. Biomineralization in the Charophyceae *sensu lato* in *Biomineralization in lower plants and animals*, Special Volume n°30, B. S. C. Leadbeater & R. Riding (eds.). The Systematics Association, Clarendon Press, Oxford, pp. 125-139.
311. Reynier, A. L., 1883. Bouquet de la Camargue et de la Crau (Bouches du Rhône). Annales de Provence **24**: 4-8
312. 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'Etat Es Sciences Université Hassan II, Faculté des Sciences Ain Chock, Casablanca, 190 pages.
313. Rhazi, L., P. Grillas, A. Mounirou Touré & L. Tan Ham, 2001. Impact of land use and activities on water, sediment and vegetation of temporary pools in Morocco. C.R. Acad. Sci. Paris. Sér. III Sci. Vie **324**: 165-177.
314. Rhazi, L., P. Grillas, L. Tan Ham & D. El Khyari, 2001. The seed bank and the between years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco). Ecol. Mediter. **27(1)**: 69-88.
315. Rhazi, M., P. Grillas, A. Charpentier & F. Médail, sous presse. Experimental management of Mediterranean temporary pools for conservation of the rare quillwort *Isoetes setacea*. Biol. Conserv.
316. Rich, T. C. G. & F. L. Nicholls-Vuille, 2001. Taxonomy and distribution of European *Damasonium* (*Alismataceae*). Edinb. J. Bot. **58**: 45-55.
317. Rita, J., 2000. Minorca. A Mediterranean island declared a Biosphere Reserve. Plant Talk **29**: 19-23.
318. Rivas Goday, S., 1964. *Vegetación y flórua de la Cuenca extremeña del Guardian*. Publ. Exma. Diputación Provincial de Badajoz, Madrid.
319. Rivas Goday, S., 1970. Revisión de las comunidades hispanas de la clase *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx. 1943. Anales Inst. Bot. Cavanilles **27**: 225-286.
320. Rivas-Martinez, S., F. Fernández-González, J. Loidi, M. Lousã & A. Penas, 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobotanica **14**: 21-23.
321. Robe, W. E. & H. Griffiths, 1998. Adaptations for an amphibious life: changes in leaf morphology, growth rate, carbon and nitrogen investment, and reproduction during adjustment to emersion by the freshwater macrophyte *Littorella uniflora*. New Phytol. **140**: 9-23.
322. Robert, P. A., 1958. *Les libellules*. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 365 pages.

323. Roche, B., 1990. Inventaire des Odonates de Corse. Bull.Sci. Hist. Nat. Corse **658**: 51-76.
324. Rodriguez, A. J., 1988. Fenologia de una comunidad de anfibios asociada a cursos fluviales temporales. Doñana Acta Vertebrata **15**: 29-43.
325. Rombaut, D., 1994. Originalité et richesse du patrimoine biologique de la Colle du rouet. Mémoire de DESS "Espaces et milieux", Université Paris VII. CEEP, Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, 105 pages.
326. Ros, R. M. & J. Guerra, 1987. Vegetacion briofitica terricola de la Region de Murcia (sureste de Espana). Phytocoenologia **15(4)**: 505-567.
327. Rouy, G. & E. G. Camus, 1901. *Flore de France*. Soc. Sci. Nat. Charente-Inférieure, pp. 163-164.
328. Rouy, G. & J. Foucaud, 1893. *Flore de France*. Tome I. Soc. Sci. Nat. Charente-Inférieure, pp. 84-85.
329. Rouy, G., 1909. *Flore de France*. Tome XI. Soc. Sci. Nat. Charente-Inférieure, 394 pages.
330. Rudolph, R., 1979. Bemerkungen zur ökologie von *Ischnura pumilio* (Charpentier) (Zygoptera : Coenagrionidae). Odonatologica **8(1)**: p. 55-61.
331. Saez, L. & J. A. Rossello, 2001. *Libre vermell de la Flora Vascular de les illes Balears*. Govern de les illes balears, Conselleria de Medi Ambient, 232 pages.
332. Salanon, R., J. F. Gandioli, V. Kulesza & J. C. Pintaud, 1994. La flore littorale des Alpes-Maritimes : Evolution depuis le XIX^e siècle et bilan actuel. Biocosme Méditerranéen **11(3-4)**: 53-329.
333. Salvador, A & M. Garcia-Paris, 2001. *Anfibios espanoles*. Talavera de la Rena, 269 pages.
334. Salvidio, S. & J. Y. Quero, 1987. Observations sur l'activité de *Pelobates cultripedes* (Anura : Pelobatidae), *Bufo calamita* et *Bufo bufo* (Anura, Bufonidae) dans la mare du Grand Travers (Hérault). Bull. Soc. Herp. Fr. **41**: 1-7.
335. Salvidio, S., R. Sindaco & L. Emanuelli, 1997. Etude de l'écologie et de la protection des Discoglosses en Corse. Rapport final à la Diren Corse, non publié, 130 pages.
336. Salvidio, S., R. Sindaco & L. Emanuelli, 1999. Feeding habits of sympatric *Discoglossus montalentii*, *Discoglossus sardus* and *Euproctus montanus* during the breeding season. Herp. J. **9**: 163-167.
337. Salvidio, S., R. Sindaco, L. Emanuelli & B. Lanza, 1998. The tadpole of the endemic Corsican painted frog *Discoglossus montalentii* (Anura, Discoglossidae). Ital. J. Zool. **66**: 63-69.
338. Samraoui, B. & G. De Belair, 1998. Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse **4**: 1-90.
339. Samraoui, B. & H. J. Dumont, 2002. The Large branchiopods (Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) of Numidia (Algeria). Hydrobiologia **486**: 119-123.
340. Samraoui, B. & P. S. Corbet, 2000. The Odonata of Numibia. Part II: seasonal ecology. Int. J. Odonat. **3**: 27-39.
341. Samraoui, B., S. Bouzid, R. Boulahbal & P. S. Corbet, 1998. Postponed reproductive maturation in upland refuges maintains life-cycle continuity during the hot, dry season in algerian dragonflies. Int. J. Odonat. **1**: 118-135.
342. Scanabissi, F. & C. Mondini, 2002. A survey of the reproductive biology in Italian branchiopods. Part A. The female gonad of *Limnadia lenticularis* (Linnaeus, 1761) (Spinicaudata) and *Lepidurus apus lubbocki* Brauer, 1873 (Notostraca). Hydrobiologia **486**: 263-272.
343. Scanabissi, F. & C. Mondini, 2002. A survey of the reproductive biology in Italian branchiopods. Part B. The male gonad of *Lepidurus apus lubbocki* Brauer, 1873 (Notostraca). Hydrobiologia **486**: 273-278.
344. Schembri, P. J. & J. Sultana, 1989. *Red Data Book for the Maltese Islands*. Ministry of Education, Département of Information, pp. 1-70.
345. Schoorl, J. & A. Zuidervijk, 1981. Ecological isolation in *Triturus cristatus* and *Triturus marmoratus* (Amphibia : Salamandridae). Amphib. Reptilia **3**: 235-252.
346. Schotsman, H. D. & P. Bosserdet, 1966. Notes sur *Elatine bronchonii* Clav. Bull. Cent. Etud. Rech. Sc. Biarritz **6(2)**: 251-267.
347. Schotsman, H. D., 1985. Elatinacées in *Flore descriptive et illustrée de la France par l'abbé H. Coste*, Sixième supplément. Librairie Albert Blanchard, Paris, pp. 627-631.
348. Schumacker, R., 1978. *Illecebrum verticillatum* L. au lac de Butgenbach (prov. De Liege, Belgique). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. **111**: 77-82.
349. Schuster, R. M., 1992. *The hepaticae and anthocerotae of North America*, vol. 4. Field Museum of Natural History, Chicago, 937 pages.
350. Shiemenz, H., 1954. *Die Libellenfauna von Sachsen in zoogeographischer Betrachtung*. Abh. Ber. Mus. Tierk. Dresden, pp. 22-46.
351. Simonneau, P., 1967. Les dépressions fermées du Roussillon. Vie Milieu série C **18(1-c)**: 51-69.
352. Sissingh, G., 1957. Das *Spergulario-Illecebrum*, eine atlantische *Nanocyperion*-Gesellschaft, ihre Subassoziationen und ihre Weiterentwicklung zum *Juncetum macri*. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsg. N. F. **6-7**: 164-169.
353. Skrzypczak, R., 2001. Découverte de *Riella parisii* Gottsche dans le Var (espèce nouvelle pour la France) et d'une deuxième station de *Riella helicophylla* (Bory & Mont.) Mont. dans l'Hérault. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest N. S. **32**: 277-290.
354. Sortino, M., F. M. Raimondo, C. Marcano, G. Dia & G. Genchi, 1977. Phytoécologie de certains milieux humides des Monts Madonie (Sicile Centre-Septentrionale). Biologie Ecologie Méditerranéenne **4(1)**: 19-34.
355. Soulié-Marsche, I. & A. Thiéry, 1998. Dormant life: an ecosystem study of a Camargue pond. *XIth meeting of the European Group of Charophyte Specialists (GEC)*, Amsterdam, 2-4 september 1998, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands, abstract.
356. Soulié-Marsche, I. & J. Vautier, 2004. Ecologie et cycle de vie de *Chara braunii* Gmelin (Charales) dans un habitat méditerranéen. Vie Milieu (sous presse)
357. Soulié-Marsche, I., 1989. Etude comparée de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuels. Thèse-ès-Sciences, Université Montpellier, 1979, édition révisée, Imprimerie des Tilleuls, Millau, France, 237 pages + annexes.
358. Soulié-Marsche, I., 2003. Les Characées de trois lacs du Centre Var, Bonne Cougne, Redon et Gavoti. Rapport d'expertise, non publié, CEEP, 61 pages.
359. Tallon, G., 1923-1969. *Carnets de terrain inédits et herbiers déposés aux Herbiers de l'Institut Botanique de Montpellier*. MPU.
360. Tallon, G., 1953. Cinq espèces remarquables découvertes dans les marais de la Crau et dans les mares temporaires du Gard. 80^e session extraordinaire dans les Cévennes et les Causses. Bull. Soc. Bot. de Fr. **100**: 1.
361. Tallon, G., 1967. *Trifolium angulatum* W. et K. et *Ranunculus lateriflorus* DC. dans l'*Isoetion* de la Costière nimoise. Bull. Soc. Bot. Fr. **114**: 329-331.
362. Terrisse, J., 1996. Le *Junco hybridi* - *Lythretum tribracteati* (ass. Nov.) dans les marais arrière littoraux centre-atlantiques. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest **27**: 127-134.
363. Terzian, E., 1979. Ecologie des mares temporaires de l'*Isoetion* dans la Crau et l'Estérel (France). Thèse de Doctorat 3^e Cycle, Université d'Aix-Marseille 3, 228 pages.
364. Thiéry, A. & A. Champeau, 1988. *Linderiella massaliensis*, new species (Anostraca, Linderiellidae), a fairy shrimp from Southeastern France, its ecology and distribution. J. Crust. Biol. **8(1)**: 70-78.
365. Thiéry, A. & C. Gasc, 1991. Resting eggs of Anostraca, Notostraca and Spinicaudata (Crustacea, Branchiopoda) occurring in France: identification and taxonomical value. Hydrobiologia **212**: 245-259.
366. Thiéry, A. & D. Pont, 1987. *Eoleptestheria ticinensis* (Balsamo-Crivelli, 1859) Conchostracé nouveau pour la France (Crustacea, Branchiopoda, Conchostraca). Vie Milieu **37(2)**: 115-121.
367. Thiéry, A. & M. Fugate, 1994. A new American fairy shrimp, *Linderiella santarosae* (Crustacea: Anostraca: Linderiellidae), from vernal pools of California. Proc. Biol. Soc. Washington **107(4)**: 641-656.
368. Thiéry, A., 1985. Ponte et ultrastructure de l'œuf chez *Triops granarius* Lucas (Crustacea, Notostraca): adaptations à l'assèchement de l'habitat. Verh. Int. Ver. Limnol. **22**: 3024-3028.
369. Thiéry, A., 1986. Les Crustacés Branchiopodes (Anostraca, Notostraca, et Conchostraca) du Maroc occidental I. Inventaire et répartition. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse **122**: 145-155.
370. Thiéry, A., 1986. *Linderiella africana* n. sp., premier représentant des Linderiellidae (Branchiopoda, Anostraca) en Afrique du Nord (Maroc). Crustaceana **51(2)**: 155-162.
371. Thiéry, A., 1987. Les Crustacés Branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca des milieux limniques temporaires (dayas) au Maroc. Taxonomie, biogéographie, écologie. Thèse de Doctorat ès Sciences, Université d'Aix-marseille 3, 405 pages.
372. Thiéry, A., 1988. *Triops* Schrank, 1803 et *Lepidurus* Leach, 1816, Crustacés Branchiopodes Notostracés. Documents pour un atlas zoogéographique du Languedoc-Roussillon, Blanc C. (ed.), Université Paul Valéry, Montpellier, 4 pages.
373. Thiéry, A., 1991. Multispecies coexistence of branchiopods (Anostraca, Notostraca & Spinicaudata) in temporary ponds of Chaouia plain (western morocco): sympatry or syntopy between usually allopatric species. Hydrobiologia **212**: 117-136.

374. Thiéry, A., 1996. Branchiopodes 1. Ordres des Anostracés, Notostracés, Spinicaudata et Laevicaudata in *Traité de Zoologie*. Grassé, Masson, Paris, **7(2)**: 287-351.
375. Thiéry, A., J. Brtek & C. Gasc, 1995. Cyst morphology of European branchiopods (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.* 4^e sér. **17(1-2)**: 107-139.
376. Thiéry, A., N. Rabet & G. Neve, en préparation. Intraspecific resting egg shape variation in a freshwater fairy shrimp *Tanymastix stagnalis* (L., 1758) (Crustacea, Branchiopoda).
377. Thiéry, A., R. Barthelemy, A. Baud & C. Cuoc, 2002. Inventaire et expertise portant sur les invertébrés aquatiques, l'analyse de l'eau et les enjeux patrimoniaux des lacs de Bonne Cougne, Redon et Gavoti (Var). DIREN/CEEP, Rapport NATURA 2000, non publié, 58 pages.
378. Thirion, J. M., 1996. Contribution à la connaissance éthologique de *Pelobates cultripes* (Amphibia) dans un espace protégé de Charente-Maritime. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime*, **8 (5)**: 525-534.
379. Thirion, J. M., 2001. Aspects écologiques de la population de Pélobate cultripède *Pelobates cultripes* (Cuvier, 1829) sur la réserve naturelle du Marais d'Yves, en vue d'appliquer une gestion conservatoire de l'espèce, années 1998-2000. Rapport interne LPO, 26 pages.
380. Titolet, D. & J. Oualidi, 2000. Note sur *Isoetes setacea* Lam = *Isoetes velata* subsp. *adpersa* (A. Braun) Batt. Trabut. *Acta Bot. Malacitana* **25**: 252-253.
381. Titolet, D. & L. Rhazi, 1999. Intérêt patrimonial d'un milieu associé aux suberaies : les mares temporaires des rives gauches et droites de l'oued Cherrat. *IOBC Bull.* **22(3)**: 189-194.
382. Torrel, M., M. Bosch, J. Martin & J. Vallès, 1999. Cytogenetic and isozymic characterization of the narrow endemic species *Artemisia molinieri* (Asteraceae, Anthemideae) : implications for its systematics and conservation. *Can. J. Bot.* **77**: 51-60.
383. Trabut, L., 1891. Révision des espèces du genre *Riella* et description d'une espèce nouvelle. *Rev. Gén. Bot.* **3**: 449-454.
384. Trabut, L., 1942. Flore des Hépatiques de l'Afrique du Nord. *Rev. Bryol. Lichénol.* **1942**: 1-43.
385. Tutin, T. G. & D. Wood, 1972. *Teucrium* in *Flora Europaea*, vol. 3, T.G. Tutin, V. Heywood, N. Burges, D. Valentines, S. Walters & D. Weeb (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp.129-135.
386. Tutin, T. G., V. Heywood, N. Burges, D. Valentines, S. Walters & D. Weeb, 1964-1993. *Flora Europaea*, 5 vol. Cambridge University Press, Cambridge.
387. Utzeri, C., E. Falchetti & R. Raffi, 1987. Adult behaviour of *Lestes barbarus* and *Lestes virens* (Zygoptera : Lestidae). *Fragm. Ent.* **20(1)**: 1-22.
388. Utzeri, C., G. Carchini & E. Falchetti, 1976. Alcuni aspetti etologici della ovideposizione di *Lestes barbarus* presso pozze temporanee (Zygoptera : Lestidae). *Odonatologica* **5(2)**: 176-179.
389. Utzeri, C., G. Carchini & E. Falchetti, 1988. Aspects of demography in *Lestes barbarus* and *Lestes virens vestalis*. *Odonatologica* **17(2)**: 107-114.
390. Utzeri, C., G. Carchini E. Falchetti & C. Belfiore, 1984. Philopatry, homing and dispersal in *Lestes barbarus* (Zygoptera : Lestidae). *Odonatologica* **13(4)**: 573-584.
391. Valdés, B., M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. L. Jury & J. M. Montserrat, 2002. *Catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc incluant des clés d'identification*, 2 vol. Consejo superior de investigaciones Cientificas, Madrid.
392. Vanden Berghen, C., 1966. Deux localités nouvelles d'*Elatine bronchonii* Clav. *Bull. Cent. Etu. Rech. Sci. Biarritz* **6(2)**: 269-270.
393. Vandenbrouck, P., 1996. Contribution au plan de gestion de Port-Cros. Le Discoglosse sarde. Rapport interne, 12 pages.
394. Velayos, M., 1997. *Lythrum* in *Flora iberica* vol. 8, S. Castroviejo (ed.). Real Jardín Botánico, Madrid.
395. Vitalis, R., M. Riba, B. Colas, P. Grillas & I. Olivieri, 2002. Multilocus genetic structure at constricted spatial scales of the endangered water fern *Marsilea strigosa* Willd. (Marsileaceae, Pteridophyta). *Am. J. Bot.* **89**: 1142-1155.
396. Vivant, J., 1960. *Elatine bronchonii* Clavaud existe toujours en France. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **107**: 202-203.
397. Vivant, J., 1980. Note sur les *Teucrium aristatum* et *T. campanulatum*. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **127**: 97-99.
398. Vuille, F. L., 1987. Reproductive biology of the genus *Damasonium* (Alismataceae). *Plant Syst. Evol.* **157**: 63-71.
399. Walter, K. S. & H. J. Gillett, 1998. *1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre*. IUCN, The world Conservation Union, Gland & Cambridge, 1xiv + 862 pages.
400. Webb, D. A., 1968. *Lythrum* in *Flora Europaea*, vol. 2, T.G. Tutin, V. Heywood, N. Burges, D. Valentines, S. Walters & D. Weeb. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 300-302.
401. Wendler, A. & J. H. Nüß, 1994. *Libellules : Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. Société Française d'Odonatologie, 129 pages.
402. Wendler, A. & J. H. Nüß, 1997. *Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. Société Française d'Odonatologie, 130 pages.
403. Wood, R. D., 1962. New combination and taxa in the revision of Characeae. *Taxon* **11**: 7-25.
404. Zaffagnini, F. & M. Trentini, 1980. The distribution and reproduction of *Trioops cancriformis* (Bosc.) in Europe (Crustacea, Notostraca). *Monitore Zool., Ital. N. S.* **14**: 1-8.
405. Zuiderwijk, A., 1997. *Triturus marmoratus* in *Atlas of amphibians and reptiles in Europe*, Gasc, J. P., A. Cabela, J. Crnobrnja-Isailovic, D. Dolmen, K. Grossenbacher, P. Haffner, J. Lescure, H. Martens, J. P. M. Rica, H. Maurin, M. E. Oliveira, T. S. Sofianidou, M. Veith & A. Zuiderwijk (eds). Societas Europaea Herpetologica, 496 pages.

Station biologique de la Tour du Valat
Le Sambuc – 13200 Arles – France
Tél. + 33 (0) 490 972 013
Fax + 33 (0) 490 972 019
Email : secretariat@tourduvalat.org
Site web : <http://www.tourduvalat.org>

Achévé d'imprimer en mai 2004
sur papier sans chlore
sur les presses de l'imprimerie De Rudder à Avignon

Dépôt légal : mai 2004

Imprimé en France