

Etude des zones humides littorales continentales du territoire élargi du Parc national de Port-Cros (Provence, France). Volet entomologique

Thibault MORRA*, Stéphane BENCE, Géraldine KAPFER,
Julie DELAUGE

CEN PACA, Pôle Biodiversité Régionale, 888 chemin des Costettes, 83340 Le Cannet-des-Maures, France.

*Contact : thibault.morra@cen-paca.org

Résumé. Une étude entomologique des zones humides littorales continentales du territoire du Parc national de Port-Cros a été réalisée. Durant le printemps-été-automne 2019, une campagne d'inventaires a été conduite sur 11 zones humides. Les prospections ont été principalement ciblées sur les espèces indicatrices de zones humides parmi les orthoptères, les odonates et les hémiptères hétéroptères.

De manière globale, les inventaires ont révélé un petit nombre d'espèces indicatrices et une faible diversité spécifique gamma. Le secteur de Garonne/Bistagne, sur la commune de Ramatuelle, fait exception ; c'est un des rares secteurs présentant encore de véritables prairies méso-hygrophiles extensives ainsi qu'un bord de plage et arrière-dune avec quelques patchs de milieux préservés. De même, de nombreuses nouvelles stations du grillon des jonchères *Trigonidium cicindeloides*, espèce en danger d'extinction (EN) sur la liste rouge des orthoptères de Provence-Alpes-Côte-d'Azur, ont été découvertes. Quelques propositions visant l'amélioration écologique des milieux pour l'entomofaune sont formulées par la mise en œuvre de mesures simples de gestion et de concertation.

Mots-clés : zones humides, entomofaune, espèces indicatrices.

Abstract. Study of the mainland coastal wetlands of the enlarged territory of the Port-Cros National Park (Provence, France). Entomological aspects. An entomological study of the continental coastal wetlands of the Parc national de Port-Cros (Provence, France) territory was carried out. During the spring, summer and autumn 2019, inventory campaigns were conducted on 11 wetlands. Surveys were carried out, primarily targeted at wetland indicator species, taking into account mainly Orthoptera, but also Odonata and Heteroptera Hemiptera.

Overall, the inventories revealed a low number of indicator species and a low gamma diversity. An exception is the Garonne/Bistagne sector in the commune of Ramatuelle, a rare sector that still presents true and extensive hygromesophile meadows as well as a beach and back-dune with some patches of preserved habitats. Similarly, several new stations of the sword-tail cricket *Trigonidium cicindeloides*, a species in danger of extinction (EN) on the Provence-Alpes-Cote d'Azur Orthoptera red list, were discovered. Some proposals aimed at ecological improvement of entomofauna environments are being put forward by simple management and consultation measures.

Keywords: wetlands, entomofauna, indicator species.

Introduction

L'étude entomologique des zones humides littorales continentales du territoire du Parc national de Port-Cros (PNPC) (Provence orientale, France) a été réalisée. Les limites du PNPC ne correspondent pas à son berceau historique (l'île de Port-Cros), mais à son territoire étendu à plusieurs communes du continent (Barcelo et Boudouresque, 2012 ; Astruch *et al.*, 2018). La stratégie d'inventaire a été définie en lien avec le PNPC. Les objectifs de cette étude étaient d'améliorer la connaissance des cortèges d'espèces de l'entomofaune associées aux zones humides dans l'aire d'étude et de préciser le statut local de certaines espèces menacées associées à ces milieux. S'appuyant sur les résultats de l'inventaire, quelques préconisations simples de gestion des milieux ont également été proposées.

Matériel et méthodes

Indicateurs pris en compte pour l'évaluation des enjeux entomologiques des zones humides ciblées

Trois ordres d'insectes ont été pris en compte pour évaluer les enjeux entomologiques des zones humides prospectées. Il s'agit principalement des orthoptères (composition des cortèges et du nombre d'espèces associées aux zones humides et milieux sablonneux), des odonates et plus ponctuellement des hémiptères hétéroptères. Au cours des prospections à vue (pas de piégeage réalisé), d'autres insectes associés aux milieux sableux ou humides ont été recensés et identifiés, notamment des coléoptères et des neuroptères.

État des lieux des connaissances entomologiques

Une synthèse des données entomologiques disponibles sur le territoire d'étude a été réalisée par la consultation de la base de données SILENE (SINP de la région PACA – Provence, Alpes, Côte d'Azur). Au total, 26 espèces d'orthoptères ont été ciblées car considérées comme potentielles dans la zone d'étude (Tabl. I). Dans cette liste, sept espèces sont très rares et/ou menacées de disparition ou n'ont jamais été observées depuis plus de 20 ans dans le Var (Provence orientale) (en **gras** dans le Tabl. I). Chacune d'elles présente donc un très fort enjeu de conservation, mais leur potentialité de présence reste extrêmement faible.

Par ailleurs, cette étude a suscité la recherche d'articles (Dusoulier, 2017 ; Ponel et Andrieu-Ponel, 2017 ; Ponel *et al.*, 2017 ; Dusoulier, 2016 ; Ponel, 1984 ; Ponel, 1983 ; Favard, 1974 ; Azam et Finot, 1888) relatant des inventaires entomologiques déjà effectués sur la zone d'étude, dans le but de préciser les enjeux entomologiques

et sélectionner des sources bibliographiques qui feront l'objet d'une saisie informatique de données.

Tableau I. Orthoptères indicateurs de zones humides et de milieux sablonneux, présents ou potentiels dans la zone d'étude (selon TaxRefv12). En **gras** sont représentées les espèces très rares, et/ou menacées de disparition et/ou jamais observées depuis plus de 20 ans dans le Var (Provence orientale).

Famille	Espèce	Intérêt patrimonial
Tetrigidae	<i>Tetrix ceperoi</i> (Bolivar, 1887) - Tétrix des vasières	Pas de donnée dans la zone d'étude, à rechercher.
	<i>Tetrix undulata gavoyi</i> (Saulcy in Azam, 1901) - Tétrix de Gavoy	
	<i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur, 1838) - Tétrix des plages	Commun dans les zones humides. Signalé à La Londe-les-Maures (Vieux-Salins, le Clos Mireille), et Le Lavandou.
Acrididae	<i>Euchorthippus declivus</i> (Brisout de Barneville, 1848) - Criquet des mouillères	Une donnée à confirmer dans la zone d'étude ; présent à Grimaud (plaine de la Giscle)
	<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821) - Criquet des pâtures	Une donnée <i>a priori</i> douteuse, mais espèce présente à Grimaud (plaine de la Giscle).
	<i>Eyprepcnemis plorans</i> (Charpentier, 1825) - Miramelle corse	Colonisation récente à partir de la Corse (naturelle ou importée ?). Signalé à Hyères et La Londe-les-Maures (Palyvestre, nord des Vieux-Salins). Dans cette dernière station, il abonde dans une pépinière/jardinerie abandonnée, ce qui renforce les soupçons d'une introduction accidentelle (Ponel comm. pers., 2021).
	<i>Mecostethus parapleurus</i> (Hagenbach, 1822) - Criquet des roseaux	Fort enjeu de conservation. Très rare dans le Var : deux stations dans la plaine des Maures. De ce fait, présence très faiblement potentielle dans la zone d'étude.
	<i>Paracinema tricolor bisignata</i> (Charpentier, 1825) - Criquet tricolore	Fort enjeu de conservation. Trois populations connues dans le Var (Salernes, Vidauban et Roquebrune-sur-Argens), et une sur l'île de Porquerolles, considérée depuis comme éteinte (Médail <i>et al.</i> , 2013). De ce fait, présence très faiblement potentielle dans la zone d'étude.
	<i>Calephorus compressicornis</i> (Latreille, 1804) - Criquet des dunes	Fort enjeu de conservation. Non revu dans le Var depuis plus de 30 ans.
	<i>Acrida ungarica mediterranea</i> Dirsh, 1949 - Truxale occitane	Bordure de zones humides sur substrats sableux ; espèce signalée à Porquerolles, Hyères (La Lieurette) et La Croix-Valmer.

Famille	Espèce	Intérêt patrimonial
	<i>Locusta cinerascens</i> (Fabricius, 1781) - Criquet cendré	Zones humides ou leurs bordures (reproduction) mais individus migrateurs observables ailleurs. Signalé à Port-Cros et Porquerolles, Hyères (La Lieurette), Le Lavandou, Ramatuelle.
	<i>Aiolopus puissantii</i> Defaut, 2005 – Aiolope de Kenitra	Peu exigeant (divers milieux méso-humides avec surfaces nues, bordures sèches de zones humides). Des données à Hyères (Vieux-Salins, Palyvestre) et Ramatuelle (Pampelonne et Cap Taillat).
Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa septemdecimchromosomica</i> Ortiz, 1958 - Courtilière provençale	Fort enjeu de conservation. Espèce hygrophile signalée à Ramatuelle (Pampelonne) et Porquerolles.
Gryllidae	<i>Trigonidium cicindeloides</i> Rambur, 1838 - Grillon des jonchères	Fort enjeu de conservation. Espèce qui semble en expansion car signalée uniquement récemment (> 2010) dans plusieurs stations de la commune d'Hyères, de l'île de Porquerolles, de La Garde et du Pradet alors que bien prospectée dans les années 1980, sans succès, par Philippe Ponel (Guimier <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Melanogryllus desertus</i> (Pallas, 1771) - Grillon noirâtre	Une seule station, à La Garde, à rechercher ailleurs.
	<i>Pteronemobius heydenii</i> (Fischer, 1853) - Grillon des marais	Assez commun ; strictement hygrophile. Une seule donnée à La Londe-les-Maures (Valcros).
	<i>Pseudomogoplistes squamiger</i> (Fischer, 1853) - Grillon maritime	Fort enjeu de conservation. Lié au littoral rocheux ou sableux. Des données sur les îles et Giens. Plusieurs occurrences dans la zone d'étude à Bormes-les-Mimosas, La Croix-Valmer, Ramatuelle et Le Pradet. (Dusoulier, 2017).
Tettigoniidae	<i>Conocephalus conocephalus</i> (Linnaeus, 1767) - Conocéphale africain	Fort enjeu de conservation. Espèce strictement hygrophile, rarissime (2 stations en France continentales, dont celle de Porquerolles) et en danger critique d'extinction (classée « CR » sur la liste rouge régionale).
	<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793) - Conocéphale bigarré	Commun mais strictement hygrophile. Signalé à Hyères (Palyvestre et Port-Cros).

Famille	Espèce	Intérêt patrimonial
	<i>Ruspolia nitidula</i> (Scopoli, 1786) - Conocéphale gracieux	Milieux sablonneux mais espèce peu exigeante (friches sur substrat alluvial).
	<i>Platycleis sabulosa</i> Azam, 1901 - Decticelle des sables	Marqueur des milieux sablonneux. Signalé à Hyères (Pesquiers, Vieux-Salins, Giens et Levant).
	<i>Platycleis falx laticauda</i> Brunner von Wattenwyl, 1882 - Decticelle à serpe	Fort enjeu de conservation. Non revu dans le Var depuis plus de 30 ans.
	<i>Roeseliana azami</i> (Finot, 1892) - Decticelle des ruisseaux	Sauterelle endémique du sud-est de la France. Pas de donnée dans la zone d'étude mais espèce présente à Grimaud (plaine de la Gisle).
	<i>Sepiana sepium</i> (Yersin, 1854) - Decticelle échassière	Peu exigeant (mésophile). Données sur les îles d'Hyères, Giens, Hyères (nord des Pesquiers).
	<i>Rhacocleis poneli</i> Herz & Voisin, 1987 - Decticelle varoise	Peu exigeant (mésophile). Signalé à Hyères (îles, Giens, Vieux-Salins, Palyvestre et abords), La Londe-les-Maures (Vieux-Salins) et La Croix-Valmer.
	<i>Rhacocleis germanica</i> (Herrich-Schäffer, 1840) - Decticelle orientale	Fort enjeu de conservation. Très menacé (« CR » sur la liste rouge PACA) : 2 stations en France continentale, dont une à La Môle. De ce fait, présence très faiblement potentielle dans la zone d'étude.

Zones humides ciblées

Pour des raisons du temps dédié à l'étude, d'accessibilité et d'autorisation d'accès aux propriétés privées, certaines zones humides n'ont pas pu être prospectées sur l'ensemble de la saison. De même, certaines zones humides ont finalement été abandonnées car jugées peu susceptibles d'abriter des espèces à fort enjeu de conservation et/ou indicatrices de zones humides ou milieux sablonneux. A contrario, de nouvelles zones humides ont été prospectées car trouvées fortuitement lors des prospections entomologiques et grâce aux indications fournies par l'équipe du PNPC ou de la métropole Toulon Provence Méditerranée.

Dates et efforts de prospection

Un total de 17 jours de prospections a été effectué (Tabl. II, III). Aucun protocole d'échantillonnage standardisé n'a été mis en place ; le but de l'étude étant en effet de faire un premier état des lieux multi-taxa sur les zones humides continentales du PNPC. Les prospections ont donc été réalisées à l'aide d'un filet à papillon selon un cheminement semi-aléatoire au sein des zones humides, à la recherche, à vue, d'espèces indicatrices de zones humides en priorité (odonates, orthoptères et hémiptères hétéroptères principalement). Elles se sont globalement déroulées dans de bonnes conditions météorologiques pour l'observation de l'entomofaune (températures de saison, absence de précipitations et de vent violent). Il est à noter que l'inventaire entomologique a cependant été influencé par la sécheresse qui a sévi dans le Var tout au long de la période des prospections, de mars à septembre 2019.

Tableau II. Dates de prospection des zones humides ciblées.

Date	Observateur(s)	Zone(s) humide(s) ciblée(s) (ZH)	
29/03	BENCE Stéphane	Repérage de la zone d'étude	
16/05	BENCE Stéphane GEOFFROY David	ZH du Plan, Pinède des Pesquiers, Ruisseau Le Batailler	
17/05	BENCE Stéphane	Ruisseau Le Pansard, ZH Val Rose/Puits Mouret, L'Anglade, Léoube	
21/05	MORRA Thibault	Bistagne/Garonne (et Chapelle St-André)	
22/05		Pardigon, La Bastide Blanche	
24/05		Salins des Pesquiers et marais	
18/06		Salins des Pesquiers et marais, ZH du Plan	
20/06		Gigaro, Bistagne/Garonne	
25/07		ZH du Plan	
30/07		Pardigon, Ruisseau le Fenouillet, Mare des Tournels	
31/07		Salins des Pesquiers et marais	
01/08		ZH Val Rose/Puits Mouret, Ruisseau le Batailler	
27/08		Gigaro, Bistagne/Garonne	
28/08		Ruisseau le Pansard	
29/08		Pinède du Bastidon, Ruisseau le Pansard, Ruisseau le Maravenne	
17/09		BENCE Stéphane	ZH du Plan, Pinède des Pesquiers, Salins des Pesquiers et marais, Ruisseau Le Batailler, L'Anglade
18/09			Pardigon, Bistagne/Garonne

Tableau III. Effort de prospection.

Commune(s)	Zone(s) humide(s)	Nombres de passage(s)
La Garde Le Pradet	Zone humide du Plan	4 dont 1 à deux personnes
Hyères	Salins des Pesquiers et marais	4
	Pinèdes des Pesquiers	2 dont 1 à deux personnes
La Londe-les-Maures	Ruisseau le Pansard	3
	Pinède du Bastidon	1
	Ruisseau Le Maravenne, Les Gauby	1
La Londe-les-Maures Bormes-les-Mimosas	Zones humides de Val Rose/Puits Mouret	2
Bormes-les-Mimosas	Secteur de Léoube	1
Bormes-les-Mimosas Le Lavandou	Ruisseau Le Batailler	3 dont 1 à deux personnes
Le Lavandou	Secteur de L'Anglade	2
Cavalaire-sur-Mer	Ruisseau Le Fenouillet	1
Cavalaire-sur-Mer La Croix-Valmer	Zones humides de Pardigon	3
La Croix-Valmer	Secteur de Gigaro	2
	Ruisseau de La Bastide Blanche	1
Ramatuelle	Mare des Tournels	1
	Secteur de Garonne/Bistagne	4

Résultats

Analyse des inventaires

Au total, ce sont près de 625 données qui ont été collectées. Cela concerne 224 espèces dont 46 orthoptères, 28 odonates, 33 hémiptères, 58 lépidoptères et 35 coléoptères.

La Garde/Le Pradet : zone humide du Plan

Au regard de la diversité des milieux représentés dans cette zone humide : plans d'eau, fossés en eau, prairies mésophiles et lisières ombragées, les résultats d'inventaires montrent un faible nombre d'espèce indicatrices. De nombreuses espèces indicatrices des zones humides étaient pourtant connues avant l'étude entomologique sur les milieux aux alentours du Plan comme *Aeshna mixta*, *Lestes barbarus*, *Aeshna isoceles* et *Sympetrum meridionalis*, laissant prévoir une forte

potentialité au sein même de la zone humide. Cependant, la majorité des odonates et orthoptères trouvés sur les plans d'eau et fossés sont des espèces ubiquistes, communes dans le département du Var. Il convient néanmoins de citer la présence de *Lestes virens virens*, *Ischnura pumilio* et *Aeshna affinis*, espèces pionnières et/ou caractéristiques des mares temporaires ou à niveau très fluctuant riches en végétation. De plus, les bordures vaseuses des étangs abritent des orthoptères typiques de ces milieux comme *Paratettix meridionalis*, *Tetrix bolivari*, espèce peu représentée mais probablement aussi sous-détectée, *Pteronemobius heydenii* ou encore *Aiolopus puissantii*. Sur les prairies méso-xérophiles, sont présents *Omocestus rufipes*, *Pezotettix giornae*, et *Locusta cinerascens*. *Trigonidium cicindeloides*, espèce indicatrice de zone humide et menacée en région PACA (classé « EN » sur la liste rouge des orthoptères) n'a été trouvée qu'en dehors de la zone aménagée du Plan, en lisière de haie dans une prairie méso-hygrophile. Ce dernier habitat couvre une des rares parcelles de la vaste zone humide du Plan à ne pas avoir été artificialisée ou remblayée. D'après les habitants et usagers interrogés, cette parcelle est située dans un secteur souvent inondé en automne et/ou au printemps, mais elle était davantage sèche en 2019 en raison de l'absence de pluie printanière. Il est à noter que sur quelques parcelles, ont été trouvées plusieurs peuplements d'Aristolochie à feuille ronde *Aristolochia rotunda*, plante-hôte de *Zeynthia polyxena*, espèce protégée mais dont la présence avait déjà été relevée les années précédentes.

Par ailleurs, cette zone humide a fait l'objet d'un article (Médail *et al.*, 1994) dans lequel Philippe Ponel, sur la base des coléoptères connus sur le site, met en avant « l'intérêt entomologique considérable » que présentait cette zone humide à cette époque, avant qu'une destruction généralisée se soit produite par les aménagements successifs.

Hyères : salins des Pesquiers, marais des Estagnets, marais du Pousset

Tout comme la zone humide du Plan, les résultats d'inventaires montrent un faible nombre d'espèces indicatrices malgré la typicité et la diversité de milieux qui s'y trouvent : sansouïres, étang saumâtre, berges vaseuses, mares temporaires et friches xérophiles. Uniquement trois espèces indicatrices ont été recensées sur ces zones humides en 2019 :

- *Sympetrum meridionale* au niveau du canal des salins des Pesquiers et des marais du Pousset.
- *Aiolopus puissantii* en arrière-dune du marais des Estagnets.
- *Gryllotalpa septemdecimchromosomica*, espèce rare

et localisée indicatrice des zones humides littorales (saumâtres ou douces), sableuses ou sablo-limoneuses (donnée de terrain Eléonore Terrin et Virgile Noble, 2019).

Il convient également de citer la présence abondante de la cicindèle *Calomera littoralis nemoralis*, espèce connue dans le Var uniquement d'Hyères et des étangs de Villepey (Fréjus), qui fréquente les bords dénudés des zones lacustres saumâtres. Le reste des espèces d'odonates et d'orthoptères observées, sont des espèces ubiquistes, peu exigeantes quant à leur habitat.

Hyères : Pinède des Pesquiers et arrière-dune

Cette surface sableuse et arborée est une relique, compte-tenu du contexte urbanisé sur le littoral d'Hyères. Bien que ni *Calephorus compressicornis*, ni *Platycleis falx laticauda* n'aient été trouvés, ce site présente un intérêt entomologique certain. Un cortège typique des milieux sableux littoraux y a été notamment observé, avec : *Platycleis sabulosa*, *Aiolopus puissantii*, et le coléoptère ténébrionide *Pimelia muricata*, caractéristique des dunes vives à *Ammophila arenaria*. Il faut également citer la présence de *Dociostaurus jagoi occidentalis*, qui trouve dans les arrières-dunes un habitat favorable.

La Londe-les-Maures : ruisseau Le Pansard

Malgré sa situation sur un secteur anthropisé et dans un contexte viticole, quelques espèces indicatrices ont été observées sur les berges du ruisseau du Pansard. Ces espèces, comme *Aiolopus puissantii*, la cicindèle *Cicindela campestris*, *Labidura riparia*, *Pteronemobius heydenii* et *Paratettix meridionalis* sont inféodées aux petites surfaces sablo-limoneuses et vaseuses mésophiles nues. La plus grande surprise est la découverte de *Trigonidium cicindeloides* au niveau des pelouses mésophiles à Paspale à deux épis *Paspalum distichum* (espèce exotique envahissante) sur plusieurs secteurs. Ces pelouses semblent tout à fait convenir à l'espèce, car plusieurs individus ont été observés uniquement dans cet habitat. Le ruisseau abrite également une belle population de *Ceriagrion tenellum*.

La Londe-les-Maures : pinède du Bastidon et arrière-dune

Concernant la Pinède du Bastidon, trois espèces indicatrices de fourrés méso-hygrophiles ont été trouvées le long des canaux, comme *Conocephalus fuscus*, *Ruspolia nitidula* et *Sepiana sepium*. C'est également au niveau de ces canaux très peu en eau qu'ont été observés *Lestes virens virens* et *Sympetrum meridionale*, deux espèces affectionnant les mares temporaires.

La Londe-les-Maures/Bormes-les-Mimosas : zones humides de Val Rose/Puits Mouret

Les zones humides de Val Rose/Puits Mouret présentent une diversité de milieux humides. Des espèces caractéristiques des eaux stagnantes peu profondes et ensoleillées y ont été contactées comme *Lestes barbarus*, *Lestes virens virens* et *Aeshna mixta* (cette dernière était connue sur le site avant l'étude) et des espèces de fourrés mésophiles comme *Ruspolia nitidula* et *Platycleis sabulosa*.

Bormes-les-Mimosas/Le Lavandou : ruisseau Le Batailler

Tout comme le ruisseau du Pansard, Le Batailler présente de nombreuses vasques d'eau cerclées de petites surfaces sablo-limoneuses et vaseuses nues et des fourrés mésophiles constituant la ripisylve. C'est dans ces milieux que sont présents *Sepiana sepium*, *Ruspolia nitidula*, *Pteronemobius heydenii*, *Locusta cinerascens* et *Paratettix meridionalis*. Les vasques d'eau constituent le milieu de prédilection du *Lestes virens virens* et *Trithemis annulata*, espèce africaine en forte expansion septentrionale, observée depuis 2009 dans le Var et qui affectionne les eaux stagnantes peu profondes et parties calmes des grandes rivières. Plus au nord, une dépression artificielle sableuse, abrite une station d'*Acrida ungarica mediterranea*, espèce des bordures de zones humides sur substrat sableux. Au niveau des lambeaux de fourrés dunaires de la plage de l'Anglade, la présence de *Platycleis sabulosa* est à signaler ainsi que celle du coléoptère *Pimelia mucronata*, dont une importante population a été observée.

Cavalaire-sur-Mer/La Croix-Valmer : zones humides de Pardigon

Sur le site de Pardigon, la majorité des espèces rencontrées sont des espèces ubiquistes, peu exigeantes sur la qualité de leur habitat. Cependant, quatre zones se démarquent :

- En l'état actuel des connaissances, le secteur de Pardigon le plus riche en espèces indicatrices est sans nul doute, le réseau des deux mares temporaires, friches et fourrés hygrophiles au sud de la route D559 vers la Douane. En effet, cette zone est l'habitat du rare et localisé *Coenagrion scitulum*, de *Lestes barbarus*, *Lestes virens virens* (espèces non revues en 2019) et *Sympetrum meridionale*. À sec durant une bonne partie de l'année, ces mares sont des friches herbeuses ceinturées d'arbres abritant le très localisé *Trigonidium cicindeloides* (un seul individu observé), *Ruspolia nitidula*, *Sepiana sepium*, *Pteronemobius heydenii* et *Paratettix meridionalis*. Il est également important de noter la présence de *Panorpa vulgaris*, mouche-scorpion peu commune et inféodée aux zones humides et ombragées en Basse-Provence.

- L'embouchure du ruisseau de La Carrade consiste en une grande vasque d'eau peu profonde avec une phragmitaie et quelques joncs sur les berges à substrat sableux. Dans ce milieu sont présentes des espèces supportant la salinité comme *Anax parthenope*, *Hemianax ephippiger*, espèce migratrice observées pour l'instant qu'une partie de l'année en France ou encore *Aeshna mixta*. Les fourrés sur les berges constituent l'habitat de *Rhacocleis poneli*, espèce localisée aux biotopes mésophiles.

- La grande mare au nord de la route D559 le long du chemin de La Carrade et les prairies plus ou moins mésophiles le long du ruisseau de La Carrade. La grande mare permanente abrite *Lestes virens virens* ainsi que *Paratettix meridionalis* sur les berges vaseuses. Plus au sud, se trouve une station d'*Acrida ungarica mediterranea* (non revue en 2019). Les prairies mésophiles constituent l'habitat d'*Omocestus rufipes*, d'*Aiolopus puissanti* et de *Locusta cinerascens*. C'est dans cette prairie qu'a été observée *Zerynthia polyxena*, papillon de jour qui n'avait pas été revu sur la commune de Cavalaire-sur-Mer depuis 1929 (observation de Jean Bourgogne, base de données SILENE Faune).

- Au sud de la route D559, non loin du théâtre, la punaise tortue brune *Eurygaster testudinaria* a été trouvée sur une friche hygrophile. Cette espèce, peu commune en Provence, est localisée aux zones humides dans le département du Var et vit sur les cyperacées dont elle se nourrit (carex, lâche, etc.)

La Croix-Valmer : plage et vallon de Gigaro

Concernant Gigaro, les inventaires n'ont pas révélé en 2019, d'autres espèces indicatrices des zones humides que celles déjà connues auparavant, à savoir : *Rhacocleis poneli*, trouvée dans le vallon bordant la maison du PNPC et *Sciocoris sideritidis*, espèce rare et localisée de punaise se trouvant le long du littoral méditerranéen sur divers milieux chauds et secs : maquis, pelouses littorales, dunes grises, etc.

Ramatuelle : mare des Tournels

Malgré son implantation dans un contexte viticole et anthropisé, la mare des Tournels abrite plusieurs espèces typiques des zones humides méditerranéennes. En effet, sur les berges herbeuses entretenues par l'exploitant, réside une des plus grosses populations de *Trigonidium cicindeloides* du secteur trouvé en 2019 (environ 20 individus, larves et adultes, au mètre carré). C'est également l'habitat de *Ruspolia nitidula* et de *Pezotettix giornae*. Sur une petite surface de berge vaseuse nue, des individus de *Paratettix meridionalis* ont été inventoriés. Le cortège des odonates de la mare correspond à des

espèces euryèces capables de coloniser tous types d'eau stagnante. Cependant, plusieurs individus d'*Ischnura pumilio* espèce typique des milieux pionniers, y ont été découverts.

Ramatuelle : ruisseaux et prairies méso-hygrophiles de Garonne/Bistagne

C'est sans aucun doute le site le plus riche en espèces indicatrices et en habitats en bon état de conservation pour l'entomofaune associée aux milieux humides et aux milieux sableux littoraux. En effet, plusieurs localités abritent des prairies et friches méso-hygrophiles entretenues de manière extensive, particulièrement favorables à l'entomofaune.

Sur ces parcelles, ont été observées plusieurs populations de *Zerynthia polyxena* dont une donnée signalait sa présence sur la commune, mais plus au sud. Le cortège des orthoptères se compose de *Trigonidium cicindeloides*, de *Pseudochrothippus parallelus* espèce peu commune et localisée en zone méditerranéenne et des sauterelles des milieux mésophiles comme *Ruspolia nitidula*, *Conocephalus fuscus*, *Rhacocleis poneli* et *Sepiana sepium*.

Les bords de plage humides et arrière-dunes en friche préservés sont les habitats préférentiels d'*Acrida ungarica mediterranea*, contactée à différents endroits, de *Platycleis sabulosa*, de *Pimelia muricata*, de *Grylotalpa septemdecimchromosomica* (donnée de terrain d'Eliane Geyer et Joss Deffarges en 2016), de *Cicindela campestris* et *Lophyra flexuosa*, deux cicindèles liées aux biotopes mésophiles sableux en Basse Provence.

Les rares endroits où les fossés du Gros Vallat et de l'Oumède forment des vasques d'eau et où les berges ne sont pas recouvertes par la canne de Provence, abritent des cortèges d'espèces indicatrices des zones humides avec *Aeshna mixta*, *Ischnura pumilio*, *Trithemis annulata* et *Hemianax ephippiger* pour les odonates, *Aiolopus puissantii* et *Paratettix meridionalis* pour les orthoptères.

Hiérarchisation des zones humides en fonction de l'enjeu entomologique et préconisations simples de gestion

Le tableau de synthèse (Tabl. IV et Fig. 1) est un récapitulatif de l'enjeu entomologique après étude sur les 11 zones humides évaluées, selon la richesse et la composition du peuplement entomologique de chaque site, et le ressenti des experts entomologistes (potentialité de nouvelles espèces). La possibilité d'amélioration de l'état de chaque zone humide a été prise en compte pour les sites gérés par le PNPC dans l'évaluation de l'enjeu entomologique. Quelques propositions visant l'amélioration écologique des milieux et des espèces sont mises en avant, ainsi que quelques mesures simples de gestion et/ou de suivi et/ou de formation des agents.

Tableau IV. Récapitulatif des résultats de l'étude et préconisations de gestion. ZH : zone humide.

Zone(s) humide(s)	Total espèces indicatrices et/ou à enjeu de conservation notable	Connaissance entomologique de la zone humide*	Potentialité de nouvelles espèces indicatrices et/ou à enjeu de conservation notable en l'état actuel*	Enjeu entomologique global en l'état actuel des connaissances*
Secteur de Garonne/Bistagne	18	Moyenne	Elevée	Fort avec potentialités d'amélioration
	<ul style="list-style-type: none"> → Contacter les propriétaires au niveau des zones avec le plus d'espèces à fort enjeu de conservation afin de leur proposer des mesures contractuelles (convention de gestion) visant à garantir la poursuite des modalités de gestion actuelles → Poursuivre les inventaires entomologiques multi-taxa sur le secteur (arrières plages, cours d'eau et bordures, prairies méso-hygrophiles). Concernant les coléoptères et hémiptères fousseurs, se baser sur le protocole de Soldati et Jaulin, 2005. 			
ZH de Pardigon	15	Moyenne	Moyenne	Moderé avec potentialités d'amélioration
	<ul style="list-style-type: none"> → Poursuivre les travaux de restauration écologique du site tout en assurant une veille sur les espèces exotiques envahissantes → Mettre en place un suivi entomologique des zones humides pour mesurer le bénéfice des travaux de restauration sur l'entomofaune → Formation des agents d'entretien/restauration du site dans le but d'identifier quelques espèces intéressantes pour assurer une veille sur celles-ci 			
	12	Moyenne	Faible	Moderé avec potentialités d'amélioration
ZH du Plan - La Garde	<ul style="list-style-type: none"> → Préserver les derniers habitats pionniers de la zone humide : organiser une concertation avec le département et/ou des propriétaires privés pour identifier et protéger les dernières parcelles qui n'ont pas subi d'aménagements au cours des dernières décennies → Réaliser un inventaire des coléoptères (notamment des Carabidae) pour comparer le peuplement actuel avec celui présenté par Philippe Ponel dans l'article de Médail et al., 1994. Une telle étude permettrait d'évaluer plus précisément les effets des aménagements et modes de gestion déjà occasionnés et en cours. → Adapter les travaux de gestion pour tenir compte des enjeux entomologiques : par exemple en évitant le débroussaillage récurrent des friches au printemps, lorsque les chenilles de Diane sont encore sur leur plante-hôte mais aussi le curage en profondeur des fossés afin d'éviter l'assèchement global de la zone humide comme constaté en 2019. → Formation des agents d'entretien/restauration du site pour sensibiliser à la présence des insectes de zones humides et aux enjeux de gestion qui les concernent → Mise en place d'un suivi standardisé sur le long terme des odonates, orthoptères et papillons de jour pour mesurer l'évolution des cortèges d'espèces 			
	9	Moyenne	Faible	Faible
	5	Moyenne	Elevée	Faible avec potentialités d'amélioration

Zone(s) humide(s)	Total espèces indicatrices et/ou à enjeu de conservation notable	Connaissance entomologique de la zone humide*	Potentialité de nouvelles espèces indicatrices et/ou à enjeu de conservation notable en l'état actuel*	Enjeu entomologique global en l'état actuel des connaissances*
	→ Poursuivre les inventaires entomologiques multi-taxa sur le secteur			
ZH Val Rose/Puits Muret	5	Bonne	Moyenne	Faible avec potentialités d'amélioration
	→ Mettre en place (éventuellement) des travaux de réouverture ciblés de la mare permanente afin de diversifier les habitats [mais à considérer avec prudence dans un contexte de gestion écosystémique (Boudouresque et al., 2020, 2021)].			
	→ Poursuivre les inventaires entomologiques multi-taxa sur le secteur			
Ruisseau le Pansard	5	Moyenne	Faible	Faible
Mare des Tournels	4	Bonne	Faible	Faible
	→ Contacter le propriétaire pour le sensibiliser sur les espèces présentes au niveau de sa mare et initier une veille entomologique			
Salin des Pesquiers et marais	3	Bonne	Faible	Faible avec potentialités d'amélioration
	→ Engager une concertation pour arrêter ou limiter au strict minimum les campagnes de démolition avec pulvérisation de <i>Bacillus thuringiensis</i> → Poursuivre les inventaires naturalistes concernant les coléoptères et hémiptères fousseurs en se basant sur le protocole de Soldati et Jaulin (2005)			
Pinède des Pesquiers	2	Moyenne	Faible	Faible avec potentialités d'amélioration
	→ Poursuivre les inventaires naturalistes concernant les coléoptères et hémiptères fousseurs en se basant sur le protocole de Soldati et Jaulin (2005)			
Plage et vallon de Gigaro	2	Bonne	Faible	Faible avec potentialités d'amélioration
	→ Mettre en place des travaux de réouverture du vallon de Gigaro			

* : Uniquement pour les orthoptères et les odonates

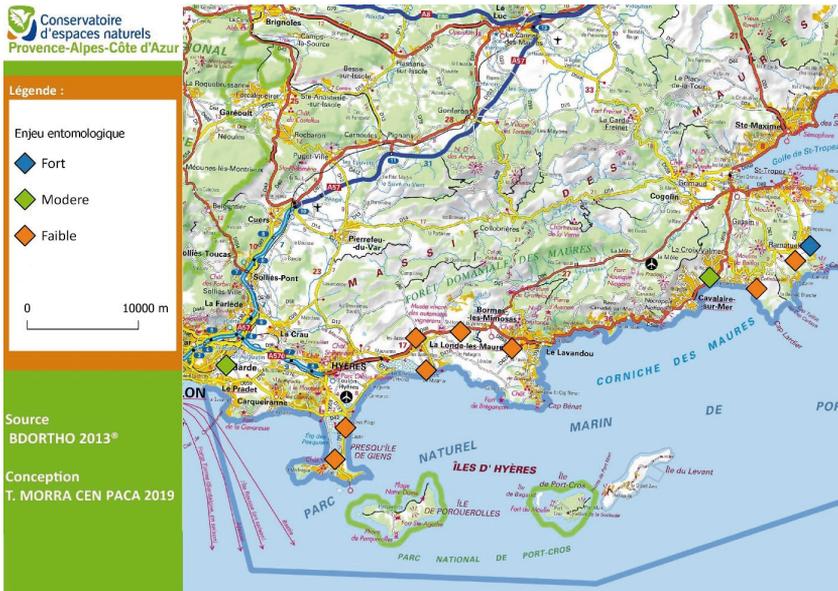


Figure 1. Enjeu entomologique global des zones humides inventoriées.

Discussion

Avec 625 données collectées, 224 espèces recensées dont 46 orthoptères, 28 odonates, 33 hémiptères, 58 lépidoptères et 35 coléoptères, l'inventaire de 2019, bien que ciblé sur des milieux pour la plupart dégradés, a permis d'améliorer la connaissance entomologique locale. Il n'en demeure pas moins que l'effort et les modalités mis en œuvre ne pouvaient évidemment pas aboutir à un inventaire exhaustif, y compris sur les zones humides. De même, au regard du temps imparti, de la superficie en jeu, du nombre de zones humides et de leur dispersion et de la date de la première prospection sur certaines zones, les inventaires naturalistes ne peuvent en aucune manière être exhaustifs au cours d'une seule année. C'est notamment le cas pour la pinède du Bastidon, les secteurs de Garonne/Bistagne et Val Rose/Puits Mouret. De ce fait, il serait très intéressant de compléter les inventaires naturalistes dans les années à venir sur ces zones de la même manière qu'ils ont été effectués en 2019 (même nombre et dates de passage). La reconduction de cet inventaire permettrait également d'être potentiellement dans des conditions climatiques différentes (2019 ayant été une année très sèche).

Depuis les communes du Pradet et de La Garde jusqu'à Ramatuelle, la plupart des zones humides recensées se sont avérées assez pauvres en espèces indicatrices/spécialistes de ces milieux et avec une faible diversité spécifique globale. Cette relative pauvreté ne doit pas forcément être considérée négativement : de nombreux habitats

menacés sont en effet pauvres en espèces. En outre, l'isolement de zones humides mérite d'être considéré. Seule la zone humide du Plan et le complexe des zones humides d'Hyères constituent un réseau assez vaste. Autrefois, ces deux zones humides ne formaient qu'un seul vaste ensemble fonctionnel d'intérêt majeur pour la conservation. Mais les atteintes se sont multipliées et se poursuivent toujours : urbanisation ou autre artificialisation des sols (routes, parking, etc.), fossés de drainage, démoustication. Sur la zone humide du Plan, il est possible que l'aménagement et l'entretien des milieux dans le cadre de la création du Parc Nature (surcreusement et élargissement des fossés, création de chemins et de bâtiments, débroussaillage, etc.) risquent paradoxalement d'aggraver encore la perte des fonctionnalités écologiques de la zone humide. Cependant, au vu de la pauvreté constatée en 2019 chez les odonates, orthoptères et hémiptères hétéroptères, le risque de banalisation des cortèges entomologiques, mis en exergue depuis 1994 par Philippe Ponel (*in Médail et al.*, 1994), semble déjà nettement engagé. Il pourrait s'aggraver encore si les modalités d'intervention actuelles se poursuivent. Il semble indispensable et urgent d'engager une concertation avec le département du Var pour espérer orienter positivement les modalités de gestion.

Pour les différentes zones humides des Pesquiers à Hyères, la salinité limite naturellement la diversité des cortèges d'insectes, mais l'une des causes majeures de dégradation du peuplement entomologique dans ces milieux pourtant préservés, pourrait être les fréquentes campagnes de démoustication. En effet, il est connu que la démoustication entraîne indirectement une perturbation en chaîne au sein des relations trophiques entre les communautés biotiques. Cela est provoqué par la baisse des ressources disponibles (Poulin et Lefebvre, 2016), conduisant à terme à une baisse drastique de l'abondance et de la diversité des espèces, avec un effondrement des effectifs constaté, par exemple, chez les libellules (Jakob et Poulin, 2016). Toujours concernant la commune d'Hyères, précisons que les grandes zones humides des Vieux-Salins et alentours, mieux connues et régulièrement prospectées, n'ont pas été étudiées dans le cadre de la présente étude.

Deux zones humides abritent des enjeux entomologiques importants. La première, dans l'anse de Pampelonne, sur la commune de Ramatuelle, présente un fort enjeu pour les espèces méso-hygrophiles dans le contexte local. Des cortèges variés y ont été observés, mais ils sont fortement menacés par le morcellement des habitats favorables et leurs faibles surfaces, dans un contexte de forte pression anthropique liée à la fréquentation touristique.

La seconde zone humide est constituée par le site de Pardigon à Cavalaire-sur-Mer. Les lourds travaux de restauration écologique et de

lutte contre les espèces exotiques envahissantes entrepris par le PNPC ont certainement eu un impact négatif temporaire sur les communautés d'arthropodes ; tout comme le pâturage par les ânes une bonne partie de l'année sur une grande partie du site. Pardigon présente tout de même un intérêt entomologique (15 espèces cibles), que les ouvertures des milieux pourront favoriser à condition que les ligneux, notamment les mimosas, ne repartent pas.

Conclusion

La plupart des zones humides recensées se sont avérées assez pauvres en diversité entomologique et abritant peu d'espèces d'insectes associées à ces milieux. Bien que la présente étude ne comprenne pas les marais d'Hyères en dehors des Pesquiers, ce constat illustre le contexte général dans lequel s'inscrit la partie continentale du Parc national de Port-Cros. En effet, 48 % des zones humides du Bassin méditerranéen ont disparu depuis 1970 (Geijzendorffer, 2018). Au vu de la situation, il convient alors d'agir rapidement pour la protection stricte de chaque zone humide et surface sableuse littorale encore existantes. Cet objectif reste valable lorsque ces milieux sont dégradés, isolés, ou réduits à de micro-habitats, pour ne pas risquer d'aggraver encore l'état de conservation de cette faune si originale.

Les recommandations de gestion abordées dans ce présent article, ne pourront être que bénéfiques pour l'entomofaune des zones humides du territoire du Parc national. Toutefois, elles devront s'insérer dans une gestion écosystémique, prenant en compte tous les taxons et tous les compartiments fonctionnels de l'écosystème, et pas seulement l'entomofaune (Boudouresque *et al.*, 2020). En parallèle, des inventaires complémentaires (notamment coléoptères et hyménoptères) et un suivi entomologique permettrait de mesurer l'efficacité des actions engagées.

Matériel supplémentaire

La totalité des données effectuées au cours de l'étude sont disponibles dans la base de données SILENE Faune <http://faune.silene.eu/index.php?cont=accueil>, portail des données naturalistes du SINP en région PACA.

Remerciements. Nous tenons à remercier David Geoffroy, Yann Corbobesse et Pierre Lacosse pour nous avoir guidés quant au choix des sites de prospections et pour leur accompagnement sur le terrain. Nous remercions également Clélia Moussay et Elodie Debize pour leurs remarques pertinentes et nos échanges constructifs pour la rédaction du rapport sur lequel s'appuie le présent article. Nous remercions Marion Brault pour la traduction du résumé en anglais. Enfin, nous remercions les relecteurs, Philippe Ponel et Charles-François Boudouresque, pour leurs remarques pertinentes, leurs corrections et suggestions.

Références

- ASTRUCH P., BOUDOURESQUE C.F., ROUANET É., LE DIRÉACH L., BONHOMME P., BONHOMME D., GOJJARD A., RUITTON S., HARMELIN J.G., 2018. - A quantitative and functional assessment of fish assemblages of the Port-Cros Archipelago (Port-Cros National Park, north-western Mediterranean Sea). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 32: 17-82.
- AZAM J., FINOT A., 1888 – *Catalogue des Insectes orthoptères observés jusqu'à ce jour dans les départements du Var et des Alpes-Maritimes*. Draguignan (Var), imp. Latil : 1-31.
- BARCELO A., BOUDOURESQUE C.F., 2012. - Rôle de la recherche dans un parc national : 50 ans de recherche dans le Parc national de Port-Cros. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 137 (1-4) : 11-24.
- BOUDOURESQUE C.F., ASTRUCH P., BĂNARU D., BLANFUNÉ A., CARLOTTI F., FAGET D., GOJJARD A., HARMELIN-VIVIEN M., LE DIRÉACH L., PAGANO M., PASQUALINI V., PERRET-BOUDOURESQUE M., ROUANET, RUITTON S., SEMPÉRÉ R., THIBAULT D., THIBAUT T., 2020. - Global change and the management of Mediterranean coastal habitats: a plea for a socio-ecosystem-based approach. *In: Evolution of marine coastal ecosystems under the pressure of global change. Proceedings of Coast Bordeaux Symposium and of the 17th French-Japanese Oceanography Symposium*. Ceccaldi J.H., Hénoque Y., Komatsu T., Prouzet P., Sautour B., Yoshida J. (éds.). Springer nature Switzerland publ.: 297-320.
- BOUDOURESQUE C.F., MÉDAIL F., PONEP., ASTRUCH P., BARCELO A., BLANFUNÉ A., CHANGEUX T., CHEVALDONNÉ P., CHEYLAN G., LE DIRÉACH L., MARTIN G., MOUSSAY C., PEIRACHE M., PERRET-BOUDOURESQUE M., RUITTON R., TAUPIER-LETAGE I., THIBAUT T., 2021. - Species-based or ecosystem-based approaches to conservation practices: lessons from the Port-Cros National Park (south-east France, Mediterranean Sea). *Vie Milieu* (sous presse).
- DUSOULIER F., 2017. - Redécouverte du Grillon maritime *Pseudomogoplistes squamiger* (Fischer, 1853) (Orthoptera, Mogoplistidae) sur le territoire du Parc national de Port-Cros (département du Var, France) et premiers éléments de recherches sur son écologie. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 31: 81-103.
- DUSOULIER F., 2016. - Complément à l'inventaire des orthoptères, Blattoptères, Dermaptères et Embioptères de l'île de Port-Cros (Insecta : Orthoptera, Blattodea, Dermaptera, Embioptera). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 30: 145-164.
- FAVARD P., 1974 – Les orthoptères de l'île de Port-Cros. *Ann. Soc. Sci. Nat. Arch. Toulon Var*, 26 : 60-71.
- GEIJZENDORFFER I. (coordinatrice), 2018. - *Les zones humides méditerranéennes : Enjeux et perspectives 2 : Solutions pour des zones humides méditerranéennes durables*. Tour du Valat publ., Arles : 82 p.

- GUIMIER H., DUSOULIER F., BRAUD Y., BERTRAND J., 2020. – Sur la répartition de *Trigonidium cicindeloides* Rambur, 1838 en France continentale (Orthoptera, Trigonidiidae, Trigonidiinae). *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 25 : 91-99.
- JAKOB C., POULIN B., 2016. - Indirect effects of mosquito control using Bti on dragonflies and damselflies (Odonata) in the Camargue. *Insect Cons. Divers.*, 9: 161–169.
- MEDAIL F., CHEYLAN G., PONEL P., 2013. – Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France) : enseignements de cinquante années de gestion conservatoire. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 27: 171-262.
- MEDAIL F., PONEL P., BARBERO M., 1994. - Les prairies humides de la Garde et du Pradet : leur rôle dans le maintien de la diversité botanique et entomologique du département du Var (France). Institut méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie (URA CNRS 1152). *Bull. Soc. Linnéenne Provence*, 45 : 49-68.
- PONEL P., 1984. – Complément à la faune des dictyoptères et orthoptères de Port-Cros. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 10: 169-170.
- PONEL P., 1983. - Contribution à la connaissance de la communauté des Arthropodes psammophiles de l'isthme de Giens. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 9: 149-182.
- PONEL P., ANDRIEU-PONEL V., 2017. - Un coléoptère «marin» mythique redécouvert sur l'aire d'adhésion du Parc national de Port-Cros : *Brachemys brevipennis* (Laporte de Castelnau, 1838) (Coleoptera, Malachiidae) sur la presqu'île de Giens (Hyères, Var). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 31: 325-329.
- PONEL P., BRASCHI J., REEB C., 2017. - Observation récente de *Scarites buparius* (Forster, 1771) sur la presqu'île de Giens (Var, France) [Coleoptera, Carabidae, Scaritinae]. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 31: 331-336.
- POULIN B., LEFEBVRE G., 2016. - Perturbation and delayed recovery of the reed invertebrate assemblage in Camargue marshes sprayed with *Bacillus thuringiensis israelensis*. *Insect Sci.* 25 (4) : 542-548.
- SOLDATI F., JAULIN S., 2005. - *Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon. Guide méthodologique d'évaluation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de coléoptères*. DREAL Languedoc-Roussillon et OPIE Languedoc-Roussillon : 58 p.

