



20 ANS DE BIODIVERSITÉ

DANS LE PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON

COURRIER SCIENTIFIQUE

N°5 AOÛT 2019

COURRIER SCIENTIFIQUE



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement tous les contributeurs de ce numéro. Pour leur enthousiasme au moment de notre sollicitation quelques mois plus tôt ; et pour avoir tenu bon en cours de rédaction ! Alors que nous en sommes bien conscients : il est de plus en plus difficile de se ménager du temps, en marge des activités professionnelles et de la vie de famille. La passion, la bienveillance et de solides convictions aident à trouver des ressources supplémentaires. Mais une fois encore, qu'ils en soient remerciés car sans eux, vous ne tiendriez pas ce numéro entre vos mains.

Cette étape de restitution des connaissances est essentielle pour permettre aux acteurs, comme le Parc, d'œuvrer en faveur de la biodiversité et de donner envie, à tout un chacun, de s'engager plus avant pour préserver le vivant qui nous entoure et dont nous dépendons.

S'il manque des pans de la biodiversité du territoire du Verdon non illustrés ici, comme par exemple l'épopée de la réintroduction des vautours dans les gorges du Verdon, du début des années 2000 jusqu'à ce jour, nous espérons que ces huit articles vous donneront envie d'en apprendre encore plus et, pourquoi pas pour cela, de cheminer sur le territoire accompagnés de guides de pays et d'accompagnateurs de moyenne montagne pour vous faire partager leurs connaissances.

Publication du Parc naturel régional du Verdon réalisée dans le cadre du programme « Territoire à énergie positive pour la croissance verte ».

N° ISSN : 2019-327X

Directeur de Publication : Bernard Clap

Coordination : Dominique Chavy

Suivi et corrections : Annie Robert, Marlène Economidès et Anne Ferment

Mise en page et graphisme : Autrement Dit communication

Imprimé en France en septembre 2019 par JF Impression
Nous avons choisi une entreprise soucieuse de réduire son impact sur l'environnement pour imprimer ce document sur papier recyclé.



20 ANS DE BIODIVERSITÉ
DANS LE PARC NATUREL
RÉGIONAL DU VERDON

COURRIER SCIENTIFIQUE

N°5 AOÛT 2019

ÉDITO

La biodiversité connaît une crise sans précédent. La dernière publication de l'Observatoire national de la biodiversité est sans appel. À titre d'exemple, la population des oiseaux a chuté d'un tiers dans les espaces agricoles cultivés depuis 30 ans. Dorénavant, en France métropolitaine et outre-mer, une espèce sur trois est considérée en danger de disparition. Ces chiffres font froid dans le dos.

Comment en sommes-nous arrivés là ? Les causes sont nombreuses. On peut citer l'artificialisation croissante des sols au détriment des espaces naturels et agricoles, l'utilisation croissante des produits phytosanitaires en agriculture, la simplification de nos paysages, une exploitation irraisonnée des ressources naturelles, les sources de pollution engendrées par les activités humaines, ou encore la propagation des espèces exotiques envahissantes.

Toutes ces pressions, prises isolément, ont un impact sur la biodiversité. Mais leurs effets cumulés, pendant des décennies, pourraient provoquer un effondrement en chaîne de nos écosystèmes et du vivant. C'est ce que redoutent les scientifiques. Perte de biodiversité d'autant plus difficile à enrayer quand la machine s'emballe, que le point de non-retour a été franchi.

Or, s'il fallait le rappeler, la majorité des ressources que l'Homme utilise pour vivre et prospérer, sont issues et dépendantes du vivant. Pour couronner le tout, le changement climatique provoqué par les activités humaines, annonce aussi des bouleversements en perspective, sur nos modes de vie, sur les paysages qui nous sont familiers. Si par nature, les écosystèmes, les espèces s'adaptent en continu aux modifications de l'environnement, cette capacité adaptative s'exprime sur des périodes de temps qui n'ont rien à voir avec ce que les climatologues prédisent.

Face à ces signaux d'alerte de plus en plus nombreux, le déni est facile, mais il ne nous sauvera pas. Le découragement, s'il est légitime, n'est pas de mise non plus ! Ainsi, des initiatives locales en faveur de la biodiversité montrent que tout n'est pas joué d'avance. Ici, un aménagement réalisé en faveur du petit rhinolophe a permis le maintien d'une colonie. L'outarde canepetière fait de la résistance sur le plateau de Valensole, pour autant qu'elle continue à trouver des couverts qui lui soient favorables. Et il n'y a pas de petites actions. C'est notre capacité à nous mobiliser, chacun à son échelle mais aussi collectivement, qui déterminera - au moins en partie - ce que sera notre territoire demain.

Dans les pages qui suivent, vous découvrirez un petit aperçu de la biodiversité du territoire du Parc naturel régional du Verdon, au prisme de quelques espèces ou groupes d'espèces. Avec leurs lots d'enjeux, de menaces. Mais aussi d'espoirs.

Arlette Ruiz
Vice-présidente du Parc déléguée aux patrimoines naturels

Le Parc naturel régional du Verdon, connu pour ses paysages saisissants, présente une biodiversité d'une richesse exceptionnelle. Bien que de façon non exhaustive, celle-ci a d'abord été largement valorisée par les premiers inventaires naturalistes des Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, puis des sites Natura 2000, offrant un état zéro de la connaissance sur une partie importante du territoire.

Dans un contexte global d'érosion de la biodiversité, l'actualisation des connaissances reste une mission de premier plan, afin d'objectiver le constat, d'alerter, de sensibiliser et de définir des priorités d'action.

La DREAL a impulsé avec l'appui de la Région, il y a plus de 10 ans, la création de SILENE⁽¹⁾, la première plateforme régionale de partage des données de biodiversité ; avec leur système d'information territorial, les Parcs naturels régionaux ont grandement contribué à cette démarche.

L'entrée récente du Parc du Verdon dans la démarche de Territoire à énergie positive pour la croissance verte lui permet à présent de porter un observatoire de la biodiversité, destiné tant à collecter qu'à valoriser les connaissances sur le plan local. Il contribuera fortement à alimenter SILENE.

Dans le domaine de la biodiversité, les solides compétences du Parc lui permettent de coordonner l'implication de nombreux partenaires pour mener en continu des actions concrètes sur le territoire.

En premier lieu, sur les 6 sites Natura 2000 présents sur son territoire, avec le soutien de l'État et de l'Europe, le Parc assure la concertation, la mise en place de contrats de gestion, ainsi que des suivis naturalistes ciblés.

Il contribue également aux « Plans nationaux d'actions » pour des espèces représentant un fort enjeu de conservation : chauves-souris, chevêche d'Athéna, outarde canepetière, pie-grièches, vautours, insectes pollinisateurs avec, pour ces derniers, une récente démarche évaluant l'impact des systèmes agricoles sur leur abondance et leur diversité. Ces plans sont tous dotés d'un volet « connaissance ». À l'initiative de la création d'arrêtés préfectoraux de protection de biotope pour l'apron du Rhône sur le cours du moyen Verdon et sur une grotte pour la préservation de chauves-souris d'Esparron-de-Verdon, ainsi que de la création d'une réserve biologique dirigée dans les gorges, le Parc alimente aussi la « Stratégie de création d'aires protégées », pilotée par l'État et pourvoyeuse de données.

Enfin, portant de façon innovante les vertus des « sciences participatives » à travers ses « inventaires citoyens » menés chaque année sur une nouvelle commune, le Parc allie pédagogie, production et diffusion de connaissance.

Au moment où démarrent les travaux de révision de la charte du Parc en vue de définir un nouveau projet de territoire pour les 15 prochaines années, ce « courrier scientifique » représente lui aussi un bel outil d'information, de diffusion et de vulgarisation de la connaissance, offrant aux citoyens, élus ou partenaires, une base commune pour comprendre et intégrer au mieux les enjeux liés à une biodiversité fragile et à préserver !

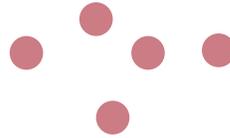
Corinne Tourasse
Directrice régionale de l'environnement, de l'aménagement
et du logement de Provence-Alpes-Côte d'Azur

⁽¹⁾ Consulter le portail public des données naturalistes SILENE sur HYPERLINK "<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/>"



Empuse - auteur : Dominique Chavy

SOMMAIRE



La flore du Parc naturel régional du Verdon : caractéristiques et enjeux de conservation

par Laurence Foucaut page 8

La serratule à feuille de chanvre d'eau, une responsabilité forte en terme de conservation pour le Parc naturel régional du Verdon

par Laurence Foucaut, avec la collaboration d'Anne Ferment et Noémie Fort page 26

Verdon, territoire propice aux études sur les plantes messicoles

par Stéphanie Huc page 36

Influence des systèmes agricoles et des paysages du plateau de Valensole sur les populations de pollinisateurs sauvages (bourdons et papillons de jour)

Par Dominique Chavy & Sébastien Jéssel, avec la contribution de Delphine Haas et de Serge Gadoum page 44

Les orthoptères et mantes du Parc naturel régional du Verdon : liste d'inventaire, atlas chorologique, enjeux de conservation

par Yoan Braud page 68

Inventaire et analyse spatio-temporelle des populations d'apollon (*Parnassius apollo*) et du semi-apollon (*Parnassius mnemosyne*) au sein du Parc naturel régional du Verdon. Mise en évidence de changements rapides dans l'écologie et la phénologie de ces espèces

par Raphael Colombo page 86

Le petit rhinolophe, peuple discret et menacé des hameaux et villages du Verdon

par Anne Ferment avec la contribution de Maud Le Nagard page 102

Situation de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) en France et problématiques de conservation, état des connaissances dans le Parc naturel régional du Verdon depuis 2010, dynamiques des populations observées, enjeux, menaces et perspectives.

par Théo Duperray page 118

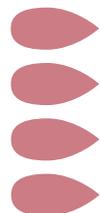


LA FLORE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON : CARACTÉRISTIQUES ET ENJEUX DE CONSERVATION

Auteurs de l'article :

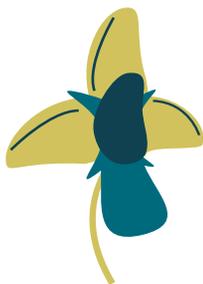
• **Laurence Foucaut & Christophe Bonnet**

Le Parc naturel régional du Verdon présente des conditions écologiques variées. Selon la topographie, la géologie, le climat, l'influence humaine et leur conjonction, on peut distinguer huit petites régions assez homogènes. Au sein de ces écorégions, se rencontrent des habitats naturels et semi-naturels spécifiques, supports d'une richesse floristique particulière. Ces territoires sont aussi traversés par des enjeux économiques et sociaux distincts.



MOTS CLÉS : FLORE, FLORE ENDÉMIQUE, VERDON, HABITATS NATURELS

Photo 1 : pulsatile des Alpes - *Pulsatilla alpina* - auteur : Dominique Chavy



LES COLLINES SÈCHES DU HAUT-VAR OCCIDENTAL ET CENTRAL

De Vinon-sur-Verdon et Gréoux-les-Bains à Sillans-la-Cascade et Aups, le territoire est globalement orienté au sud-sud-ouest, “ouvert” sur le littoral. Cette exposition et les faibles altitudes en font la partie la plus méditerranéenne du Parc comme en témoigne la présence de *Cistus albidus* et *Thapsia villosa* en limite nord de leur aire de répartition (fig. 1).

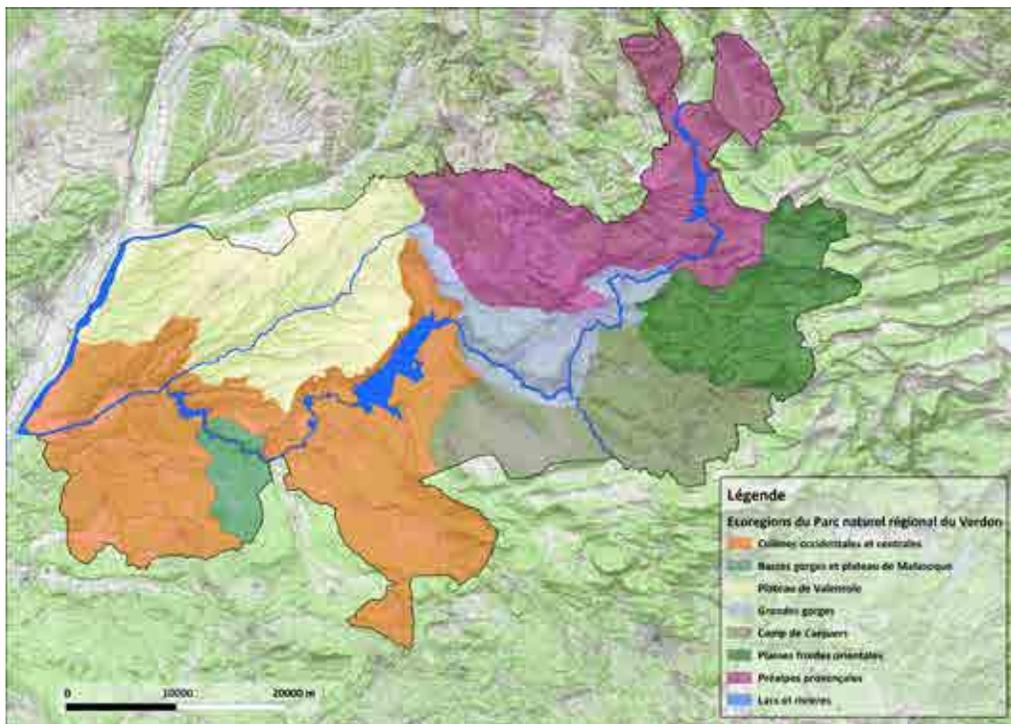


Fig. 1 : carte des différentes éco-régions présentes sur le territoire du PNR du Verdon
 auteur : Dominique Chavy

Au fil du temps, nombre d'adrets ont été aménagés en “restanques” plantées d'oliviers. Au pied de ceux-ci, l'entretien régulier (par le contrôle de la végétation arbustive) permet le maintien de pelouses méditerranéennes particulièrement riches en orchidées et autres petites plantes à bulbes comme les muscaris ou *Gagea villosa*. Sur les plans ou au fond des dépressions, quelques cultures de céréales peu intensives hébergent encore de rares messicoles en forte régression par ailleurs telles la roémérie hybride (*Roemeria hybrida*) ou bifora à deux coques *Bifora testiculata*.



Photo 2 : genêt de Provence - *Genista provincialis*
 auteur : Dominique Chavy



Photo 3 : ophrys saratoi - auteur : Dominique Chavy

En cas d'abandon des cultures ou de l'entretien des oliveraies (et la séquence est la même après un incendie), va se reconstituer, en quelques dizaines à centaines d'années, une chênaie verte. Celle-ci, végétation naturelle dominante, se rétablit par étapes qui voient se succéder des formations végétales particulières. Ce sont d'abord des garrigues méridionales à chêne kermès, filaires, spartier et tout un cortège de labiées aromatiques (thym et romarin en tête) bien adaptées à ces sols encore nus écrasés de soleil l'été. À cette première étape succède une phase plus "broussailleuse" où des espèces plus septentrionales comme le genêt cendré et le buis profitent des premières modifications du couvert pour s'installer. À leur pied, au microclimat moins inhospitalier que le sol nu initial, vont pouvoir germer puis se développer le pin d'Alep et le chêne vert.

Dans les dépressions et sur les buttes marneuses instables et érodées se rencontre le rare genêt de Provence qui n'est actuellement avéré que dans une dizaine de communes riveraines du bas Verdon (sa présence est pressentie, mais reste à confirmer, à Moustiers-Sainte-Marie et La Palud-sur-Verdon).

Officiellement décrit en 2015, *Genista provincialis* (photo 2) est un petit genêt rampant longtemps confondu avec deux espèces proches (*G. pulchella* et *G. lobelii*), mais dont l'originalité était soupçonnée depuis les années 1990 par deux botanistes provençaux, A. Lavagne et G. Rebuffel, sur la base d'éléments morphologiques et caryologiques ($2n = 36$ contre $2n = 18$ pour les deux autres espèces, Verlaque R., 1988).

LES BASSES GORGES DU VERDON ET LE PLATEAU DE MALASSOQUE

L'originalité des basses gorges réside dans la conjonction de ses formations géologiques, parois, corniches, et coteaux pierreux et de l'influence climatique méditerranéenne nette qui crée des contrastes thermiques et hydriques violents auxquels seule une flore très spécialisée est adaptée. Le chêne vert, qui domine sur les coteaux, accompagné du (*Jasminum fruticans*) et (*Globularia alypum*), est remplacé par le genévrier de Phénicie dans les parois. Celui-ci peut être parasité par un rare petit gui, *Arceuthobium gambyi*, endémique ibéro-provençal. Les dalles au maigre sol sont colonisées par des plantes, annuelles ou géophytes, adaptées à la rigueur des conditions. *Gagea lacaitae*, *Crocus versicolor*, *Iris lutescens* (photo 6), fleurissent au printemps, avant la chaleur et la sécheresse estivales, quand *Allium moschatum* ou la bien nommée scille d'automne (*Scilla autumnalis*) laissent passer ces mauvais jours pour s'épanouir à l'automne.



Photo 4 : espèces de la garrigue
auteur : Dominique Chavy



Photo 5 : violette de Jordan - *Viola jordani*
auteur : Dominique Chavy



Photo 6 : iris jaunâtre - *Iris lutescens*
auteur : Dominique Chavy



Photo 7 : fraxinelle - *Dictamnus albus*
auteur : Dominique Chavy

Dans les anfractuosités du karst, phénomène de dissolution des calcaires, se cache la doradille de Pétrarque (*Asplenium petrarchae*), ici en limite nord de son aire de répartition.

À l'aval de Quinson, en rive gauche, s'étend le vaste plateau de Malasoque. Cette enclave steppique, froide en hiver, caniculaire l'été et toujours aride, héberge de nombreuses espèces remarquables. Dans les ravins et les fissures des calcaires massifs et sur les coteaux rocailleux se rencontrent *Delphinium fissum*, *Telephium imperati* ou *Prangos trifida*, ce dernier trouvant là sa seule localisation dans le Parc. Sur les vires thermophiles on observe une rare sténoméditerranéenne, *Scandix australis*, et des méditerranéo-atlantiques en limite d'aire comme *Mibora minima*. Les stations les plus septentrionales d'eury méditerranéennes comme *Parentucellia latifolia*, *Trifolium subterraneum*, *Sedum caespitosum* se développent dans des pelouses rases sablonneuses.

Au fond de quelques vallons moins arides, dans une ambiance de chênaie blanche, les ourlets et lisières présentent des espèces comme *Aristolochia pallida*, *Viola jordani* (photo 5), *Dictamnus albus* (photo 7), originales mais encore assez fréquentes ; et une des très rares localisations en France (et la seule en Provence, elle n'est par ailleurs connue qu'en Lozère et Haute-Loire) d'Adonis de printemps (*Adonis vernalis* - photo 9). Cette espèce, originaire des steppes d'Orient, aurait étendu son aire de répartition à la suite des déboisements et du pastoralisme qui ont recréé, avec les conditions particulières qui règnent à Malasoque, les conditions favorables à son développement.



Photo 8 : globulaire - *Globularia alypum*
auteur : Dominique Chavy



Photo 9 : adonis de printemps - *Adonis vernalis*
auteur : Dominique Chavy

LE PLATEAU DE VALENSOLE

Vaste plan constitué de marnes, argiles et poudingues, le plateau de Valensole cache sous son apparente uniformité plusieurs aspects remarquables.

Sa faible inclinaison, de 350 m au-dessus de Gréoux-les-Bains à 750 m au pied de Saint-Jurs, explique la transition observée d'ouest en est. La chênaie verte et son cortège d'espèces thermophiles et xérophiles, végétation dominante de l'étage mésoméditerranéen, sont progressivement remplacés par la chênaie blanche, caractéristique de l'étage supraméditerranéen, quand l'altitude augmente. Cette transition s'observe aussi sur les ubacs des vallées et ravins qui bordent ou entaillent le plateau. La plupart sont orientés est-ouest, ce qui induit une forte différence d'exposition entre adrets et ubacs.

Si peu d'espèces remarquables sont à noter, le contraste reste étonnant entre la végétation très méditerranéenne des coteaux dominant le lac de Sainte-Croix et la forêt beaucoup plus fraîche qui couvre la chute du plateau dans la vallée de l'Asse. La première est le domaine des garrigues à thym, aphyllante, des pelouses à brachypode rameux et des parcours pastoraux de choix aux demi-saisons ; quand la seconde héberge des espèces aux exigences écologiques moins xérophiles et thermophiles comme *Arctostaphylos uva-ursi* ou *Campanula persicifolia* qui sont là plus ou moins en limite sud de leur aire de répartition.



Photo 10 : le plateau de Valensole vu depuis le massif du Montdenier - auteur : Christophe Bonnet

C'est aussi par les apports liés à ses cultures que le plateau de Valensole participe de manière significative à la biodiversité du Parc. Sa topographie et sa géologie ont permis le développement de vastes espaces agricoles. Lavandaies, truffières et blé dominant, en alternance avec la luzerne et le sainfoin, ou des cultures plus originales comme la sauge sclarée ou plus ponctuellement l'hysope, la coriandre, le lin...

Non traitées, les truffières, en hébergeant la cohorte des mal-aimées commensales de l'homme, impitoyablement traquées par ailleurs, sont un précieux refuge pour la biodiversité "ordinaire".

Dans les champs de céréales se maintiennent, voire reviennent (avec l'extension des parcelles en agriculture biologique), des messicoles remarquables. Sont ainsi encore observés les rarissimes *Asperula arvensis*, *Roemeria hybrida*, *Valerianella echinata* ou *Myagrum perfoliatum* à qui l'inexorable régression observée depuis une cinquantaine d'années ailleurs en France confère une grande valeur patrimoniale... et une grande responsabilité au Parc pour leur préservation.



Photo 11 : cultures de céréales sur le plateau de Valensole - auteur : Dominique Chavy



Photo 12 : plantes messicoles - auteur : Dominique Chavy

LES GRANDES GORGES DU VERDON

Ossature du Parc naturel régional du Verdon, les grandes gorges se caractérisent par la présence d'imposantes parois calcaires chaudes ou ombragées, de balmes, d'entrées de grottes, de goulottes et canyons. La topographie diversifiée engendre des hétérogénéités environnementales sur de courtes distances. Ces multiples niches écologiques, alliées à des conditions climatiques plus stables, ont facilité, au cours du temps, la persistance d'espèces à aire restreinte anciennes (paléoendémiques) comme la doradille du Verdon (*Asplenium jahandiezii*) (photo 14) et la différenciation de lignées plus récentes (néoendémiques) comme la moerhringie intermédiaire (*Moehringia intermedia*), la raiponce de Villars (*Phyteuma villarsii*) ou l'orpin à odeur suave (*Sedum fragans*). Ce secteur accueille l'essentiel des populations de ces espèces très localisées au niveau mondial.



Photo 13 : genévrier de phénicie en falaise - auteur : Dominique Chavy



Photo 14 : doradille du Verdon - (*Asplenium jahandiezi*) - auteur : Dominique Chavy

Le plateau de Barbin surmonte en altitude le grand canyon. Vaste lapiaz à topographie superficielle ciselée par les eaux de ruissellement, il est ponctué de quelques avens. À l'orée de ces gouffres ombragés, riches en matière organique, s'épanouissent des formations originales exubérantes à fougères. Plus bas, l'eau en circulant dans le karst, dissout la roche et encroûte des mousses ou des algues aux émergences de sources, formant ce que l'on appelle le tuf ou travertin. Une quarantaine de bryophytes ont été recensées sur ces concrétions en forme de draperies et de petites cascades.

Dans cette écorégion, la biodiversité naît de la juxtaposition de tous ces micro-milieus contrastés, où convergent les processus évolutifs, source d'émergence de nouvelles espèces. Mais elle est aussi liée à la naturalité et à l'ancienneté des "forêts buissonnantes" de genévriers de Phénicie, pluri-centenaires à millénaires, qui persistent accrochés aux escarpements rocheux. Leur capacité à utiliser l'eau des brouillards et petites pluies et leur association avec des communautés de champignons mycorhiziens adaptées à ce milieu semi-aride leur ont permis de traverser les siècles. Îlots de vieilles chênaies vertes installées au sein des balcons suspendus, hêtraies ou érablaies de pente participent à cette biodiversité.



Photo 15 : cascade sur travertins avec bryophytes - auteur : Laurence Foucaut

Dans les gorges, les menaces les plus importantes concernent les canyons affluents comme ceux de Saint-Maurin qui concentrent la plus grande densité de populations d'endémiques et les zones à travertins très sensibles au piétinement. À l'extérieur des gorges, ce sont les forêts en devenir, boisements de pin sylvestre ou chênaies pubescentes, qui sont impactées par les épisodes caniculaires de plus en plus nombreux.

LE PLATEAU KARSTIQUE DE CANJUERS

Ce vaste plateau karstique à paysage de causses est situé en bordure des Préalpes orientales de Castellane, à une altitude moyenne de 900 mètres, fermé à l'est par la montagne de Malay, à l'ouest par le Margès et bordé au nord par le Verdon. Les 30 années qui ont suivi l'ouverture du camp militaire vu une réduction de près de 80 % des milieux ouverts. Aujourd'hui, les actions pastorales et d'ouvertures forestières permettent l'expression d'un paysage plus diversifié où alternent boisements et plans ouverts. L'intérêt biologique de ce plateau est lié aux grands parcours pastoraux, et plus localement à l'originalité des zones humides. Les vastes épaulements sont couverts par un ensemble de pelouses sèches xérophiles à méso-xérophiles dominées par des chaméphytes suffrutescents et des poacées (bromes, fétuques et stipes), souvent riches en fabacées dans les dolines, et où s'épanouissent de nombreuses orchidées.



Photo 16 : les plans de Canjuers - auteur : PNRV



Photo 17 : menthe des cerfs - *Mentha cervina*
auteur : Laurence Foucaut



Photo 18 : zone humide sur Canjuers - auteur : Hélène Camoin

Sur ce support karstique, la présence de milieux humides n'est que sporadique. Au sein des vallées, les prairies de fauche jouxtent des prairies hygrophiles à Molinie quand la nappe affleure dans les bas-fonds. C'est dans ces milieux que l'on observe la serrature à feuilles de chanvre d'eau (*Klasea lycopifolia*), plante très rare en France et en Europe, dont les deux parcs naturels régionaux du Verdon et des Préalpes d'Azur abritent de nombreuses populations. À la faveur de dépressions établies sur des substrats argilo-limoneux, temporairement inondés en hiver et au printemps, des pelouses ouvertes à *Deschampsia media* hébergent des espèces rares comme *Euphorbia graminifolia*, *Galatella lynosiris* ou *Polygala exilis*. Ces mêmes groupements se retrouvent au sein des vallées du Jabron, de la Bruyère ou de l'Artuby du Jabron, de La Brutère ou de l'Artuby, trois affluents du Verdon. Ce dernier forme cet affluent du Verdon forme une grande entaille au centre-nord, limitée le plus souvent par des parois resserrées riches en endémiques, comparable au secteur des gorges du Verdon. Dans les portions moins encaissées, les alluvions, humectées en été, accueillent, entre les fourrés de saules, des groupements amphibies à *Sisymbrella aspera* et *Mentha cervina* ou de petits bas-marais à *Eleocharis quinqueflora* et *Triglochin palustris*.

L'embroussaillage et l'enrésinement demeurent des enjeux forts sur Canjuers. Or, la recrudescence des activités militaires comme le risque élevé de prédation rendent compliqué l'accès à la ressource. Parallèlement, certaines zones humides ont vu leur état se dégrader suite à l'intensification de ces activités.

LES PLAINES ORIENTALES HUMIDES ET FROIDES

Dans la partie nord-est du territoire, aux confins des Préalpes de Castellane, les plaines froides situées entre 900 m et 1000 m abritent un complexe de zones humides de grand intérêt. Les particularités climatiques issues des Alpes-Maritimes engendrent une augmentation des précipitations et un abaissement des températures. Des dépressions plus ou moins prononcées subissent les variations de la nappe phréatique. En fonction de la période d'inondation se développent des prairies de fauche, dans les zones exondées en permanence, des prairies méso-hygrophiles à hygrophiles, à inondation de moyenne durée, des prairies tourbeuses, longtemps inondées, et des bas-marais à proximité des sources et suintements. De nombreuses espèces patrimoniales y prospèrent comme *Achillea ptarmica*, *Anacamptis coriophora*, *C. disticha*, *C. hartmanii*, *C. hostiana*, *Klasea lycopifolia*, *Mentha arvensis*, *Myosotis scorpioides*, *Ophioglossum vulgatum*, *Thalictrum simplex subsp. simplex* ...

Les massifs calcaires qui encadrent les plaines sont, comme en ubac de la forêt de Brouis, couverts par des forêts mésophiles de pin sylvestres à sous-bois colonisé par un arbrisseau rampant, le polygale petit-buis, sont riches en piroles. Hêtraies et sapinières se rencontrent aux altitudes plus élevées. En adret, ce sont des pinèdes plus sèches qui dominent tandis que les rocailles abritent plusieurs endémiques plutôt centrées sur les Alpes-Maritimes et ligures comme le lis turban (*Lilium pomponium*), *Minuartia glomerata subsp. burnatii*, le narcisse de Provence (*Narcissus pseudonarcissus subsp. provincialis*) ou, sur les Préalpes orientales, *Arenaria cinerea*.



Photo 19 : lis turban (ou Lys de Pomponne) (*Lilium pomponium*) - auteur : Dominique Chavy



Photo 20 : prairies humides à Peyroules
auteur : Laurence Foucaut

La biodiversité de ce secteur est liée à la présence des formations marécageuses dont la surface reste encore conséquente, à la maturation des pinèdes et à l'originalité des sapinières. Ces peuplements de sapins très méridionaux constituent des populations en marge de leur aire de répartition et représentent un réservoir évolutif précieux qui doit être préservé notamment dans le cadre du réchauffement climatique en vigueur. Prairies humides et marécageuses sont soumises à une pression anthropique élevée liée au drainage des plaines au profit de l'agriculture (fourrage ou maraîchage) et pour la construction de résidences ou d'aménagements touristiques. Captage des sources et détournement de petits ruisseaux menacent quant à eux les bas-marais.

LES MASSIFS CALCAIRES DE L'ARC DE CASTELLANE

Ces montagnes calcaires appartiennent aux *Préalpes de Castellane* dont les reliefs se disposent de part et d'autre du Verdon. Au sud-ouest, le massif du Montdenier (1750 m) barre les plaines méridionales puis, en arrière, les chaînons se déploient en s'incurvant peu à peu vers le nord, pour culminer au Puy de Rent (1996 m) aux confins nord-est du Parc. La spécificité de cette écorégion tient à la présence de grandes étendues herbeuses d'altitude issues de l'héritage ancestral du pastoralisme où fétuques, avoines, seسلérie constituent le fond graminéen. L'autre originalité est liée à la position biogéographique au front des Alpes et donc à la jonction des biomes méditerranéen et alpin qui entraîne de très forts contrastes entre versants sud et nord avec une hétérogénéité floristique et des groupements herbacés.

Les versants chauds d'inclinaison peu prononcée accueillent des pelouses à *Astragalus sempervirens*, plante en coussinet typique des montagnes méditerranéennes tandis que les pentes à inclinaison marquée sont investies par une poacée de grande taille, l'Avoine toujours verte (*Helictotrichon sempervirens*). Genêt cendré, buis ou lavande à feuilles étroites colonisent ces pelouses, relayés en altitude par le genévrier nain. En ubac où persistent plus longtemps les névés, ce sont d'autres groupements à tonalité plus alpine qui prennent le relais mais imprégnés encore d'espèces de pelouses sèches. Sur les replats, les sols profonds accueillent des pelouses acidiphiles à tapis graminéen dense. Dans les pentes, la seسلérie bleuâtre domine partout tandis que les couloirs froids sont investis par *Carex austroalpina*. L'ancolie de Bertoloni (*Aquilegia reuteri*), endémique sud-ouest-alpine, y élit parfois domicile aux côtés de petites populations résiduelles d'espèces nordiques qui sont restées prisonnières de ces massifs. Des peuplements forestiers peuplent les versants d'ubacs : pinèdes fraîches de pin sylvestre ou hêtraies qui abritent parfois des restes d'anciens boisements d'ifs.



Photo 21 : pelouses d'altitude sur le massif du Chiran - auteur : Dominique Chavy

Ces télescopages de végétation, entre groupements d'influence alpine ou méditerranéenne, sont source de la diversité floristique et l'originalité de ces chaînons s'exprime par la présence d'un lot important d'endémiques : *Artemisia armeniaca*, *Anthemis cretica* subsp. *gerardiana*, *Dianthus subacaulis*, *Fritillaria involucrata*, *F. tubiformis*, *Leucanthemum burnatii*...

La biodiversité de ces estives est menacée par les années sèches récurrentes qui réduisent la ressource en herbe et conduisent à des problèmes de surpâturage. À moyenne altitude, enrésinement et embroussaillage gagnent les versants et contribuent à l'inverse au sous-pâturage.

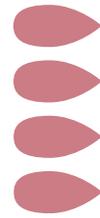


Photo 22 : fritillaire du Dauphiné - *Fritillaria tubiformis*
auteur : Dominique Chavy



Photo 23 : pelouses d'altitude du massif de Courchons (Saint-André les Alpes. Castellane, Moriez)
auteur : Laurence Foucaut

LA DURANCE, LE VERDON ET SES LACS, L'ASSE

Dans un territoire sous influence méditerranéenne, herbiers aquatiques, adoux, prairies inondables, mégaphorbiaies, végétation herbacée des alluvions sont une composante importante de la diversité. Les ripisylves à *Alnus incana*, en limite sud de leur aire de répartition, caractérisent le cours du moyen-Verdon et de ses affluents. Plus à l'aval, quand la topographie et le substrat s'y prêtent, des zones humides se maintiennent ou se sont mises en place aux bords des retenues. À Saint-André-les-Alpes, la faible déclivité permet l'individualisation de ceintures végétales lacustres concentriques bien définies par le gradient hydrique où l'on rencontre des roselières basses pionnières à *Equisetum fluviatile* puis des magnocariçaies à *Carex acutiformis* et *C. elata* et des roselières hautes à *Typha minima*. Au débouché de la Maïre, se sont installés des herbiers aquatiques hébergeant *Najas marina* subsp. *armata* et, sur les berges du lac d'Esparron, une riche flore d'hélophytes parmi lesquelles *Cœnanthe lachenalii*.

Le cours lent des canaux agricoles qui sillonnent le fond de la vallée de l'Asse est propice au développement de plusieurs formations à potamots.

Les gorges du Colostre et la confluence du Verdon avec la Durance présentent de belles forêts-galeries.

La Durance propose des contrastes saisissants entre ses iscles caillouteuses qui, remaniées à chaque crue, hébergent tout un cortège de plantes pionnières, ses bras morts où se rencontre *Utricularia australis*, ses atterrissements limoneux à plantains d'eau, *Sparganium erectum*, *Scirpus maritimus*... ou encore ses adoux avec les rares *Carex pseudocyperus* et *Typha minima*.

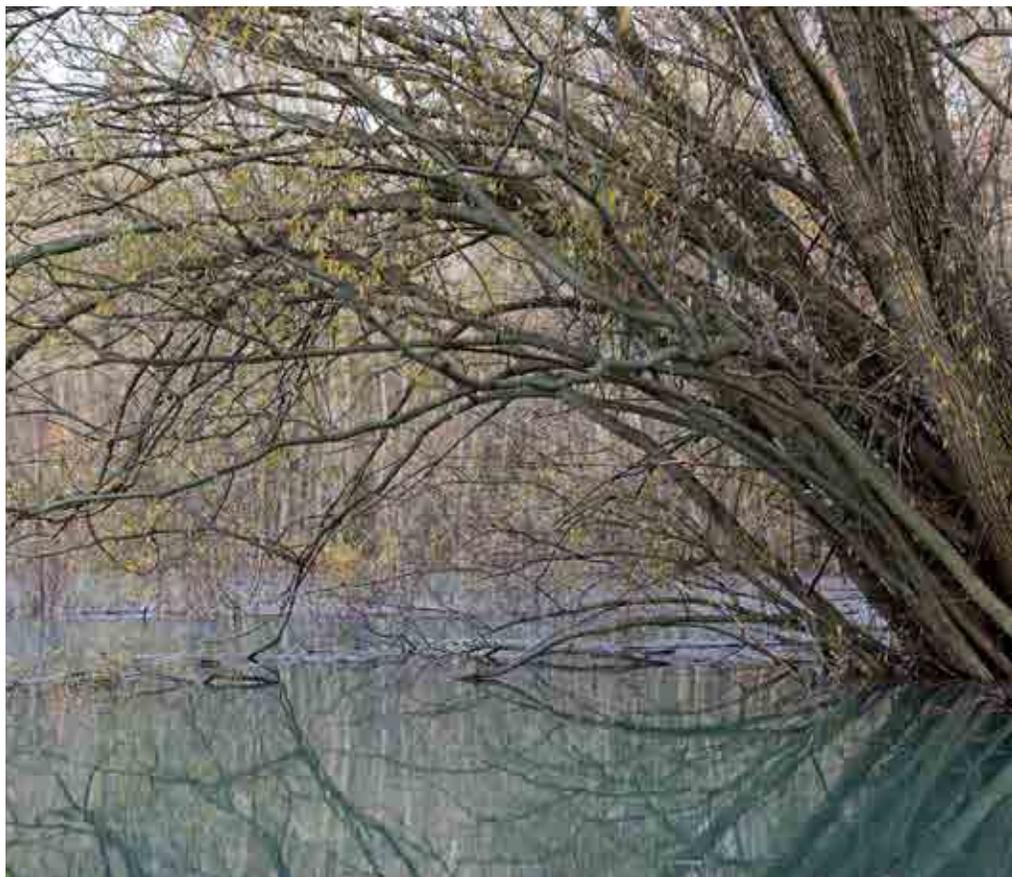


Photo 24 : formations rivulaires en bordure du lac de Sainte-Croix - auteur : Dominique Chavy

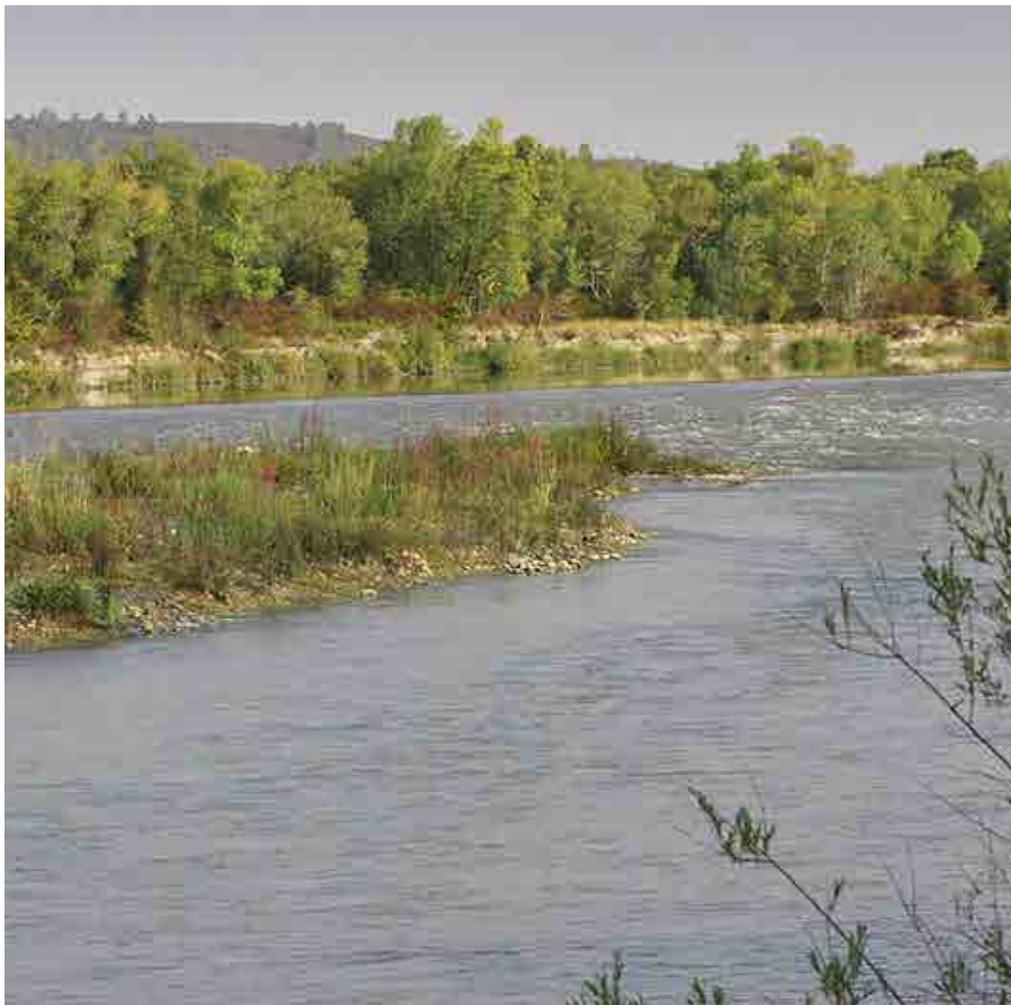


Photo 25 : l'Asse, rivière en tresses - auteur : Christophe Bonnet

Porte d'entrée vers la haute Provence et “ exutoire ” des bassins versants situés à l'amont, elle voit aussi transiter et parfois s'installer, pour le meilleur ou pour le pire, nombre d'espèces alpines, méditerranéennes ou franchement exotiques.

Descendant de leurs montagnes, *Gypsophila repens*, *Linaria alpina* ou *Oxytropis campestris* s'observent épisodiquement. Suivant le chemin inverse, le très rare *Corispermum gallicum* a été noté à Manosque et Gréoux-les-Bains, en limite nord-est de son aire rhodanienne. Mais cette voie de circulation durancienne est aussi empruntée par des plantes envahissantes avérées ou potentielles l'arbre à papillons (*Bidens frondosa*) qui supprime progressivement l'indigène *B. tripartita*, *Buddleja davidii* qui colonise des vallons entiers, *Senecio gigantea* et *S. canadensis* qui étouffent les lisières sableuses, ou le robinier faux-accacia (*Robinia pseudoacacia*) et l'érable negundo (*Acer negundo*) qui infiltrent les ripisylves, sont autant de menaces pour les équilibres biologiques locaux.

Depuis des décennies maintenant, l'érosion de la biodiversité en France (voire son effondrement pour certains groupes ou territoires) se confirme, étude après étude et rapport après rapport. Trois grands facteurs concourent à ce déclin, les activités humaines, l'utilisation des sols et le changement climatique.

Particulièrement exposé aux évolutions climatiques, qui prévoient une intensification des phénomènes extrêmes en zone méditerranéenne, le territoire du Verdon voit déjà la récurrence des années sèches induire une surexploitation de la ressource en herbe et une modification de la flore herbacée dans les espaces pastoraux.

Et si, faible démographie oblige, l'impact des autres facteurs est moins visible, ceux-ci ne sont pas moins inquiétants.

L'utilisation des sols subit de profondes mutations. La déprise agricole entraîne la fermeture des milieux ouverts dans les collines occidentales et centrales. L'artificialisation grignote les espaces naturels et agricoles à la périphérie des villages. Les zones humides, en première ligne avec le changement climatique, sont des milieux fragiles que les documents d'urbanisme doivent absolument identifier et protéger contre tout changement d'occupation du sol.

Sur le plateau de Valensole, l'augmentation de la taille de parcelles agricoles a souvent pour effet une simplification de l'agrosystème, avec une diminution de la diversité des cultures et la disparition des haies et arbres isolés.



Photo 26 : robinier faux - acacia (*Robinia pseudoacacia*) - auteur : Guillaume Ruiz

Les activités humaines sont elles aussi en pleine évolution avec le développement du tourisme et de ses infrastructures. Dans les grandes et inaccessibles gorges du Verdon et les canyons adjacents, la demande pousse à une pénétration et une "exploitation" toujours plus importante des espaces naturels, même les plus reculés, impliquant l'aménagement de voies d'accès, d'éléments de sécurisation et de salubrité, et un risque de surfréquentation en dépassant les capacités de résilience de milieux. Aux bords des lacs et rivières, à la fréquentation et aux équipements touristiques, s'ajoutent la pollution des eaux et la menace des plantes envahissantes qui profitent de ces corridors naturels pour investir de nouveaux territoires.

Le Parc naturel régional du Verdon héberge pas loin d'une centaine d'habitats et plus de 2500 espèces végétales, ce qui représente un peu plus d'un tiers de la flore de France métropolitaine. Parmi celles-ci, 65 sont endémiques du sud-ouest des Alpes, ou nord-ouest méditerranéennes; et quelques-unes provençales, sont encore plus strictement localisées. 30 espèces sont inscrites sur la Liste rouge régionale de la flore menacée. Face à la forte responsabilité du territoire dans la préservation de cette biodiversité, il est important que le Parc soit doté de moyens à la hauteur des enjeux à relever. Le renouvellement en cours de la charte du Parc peut et doit être l'occasion, avec l'ensemble des acteurs du territoire et des politiques publiques de l'aménagement du territoire et de la biodiversité, de poursuivre les actions engagées et d'aller encore plus loin. Sans cela, la biodiversité du territoire risque de s'aligner sur la triste tendance nationale à un affaiblissement marqué.



LA SERRATULE À FEUILLES DE CHANVRE D'EAU, UNE RESPONSABILITÉ FORTE EN TERMES DE CONSERVATION POUR LE PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON

Auteurs de l'article :

• **Laurence Foucaut avec la collaboration d'Anne Ferment et Noémie Fort.**

Pourquoi s'intéresser à la Serratule à feuilles de Chanvre d'eau (*Klasea lycopifolia* (Vill.) A.Love & D.Love, 1961). Espèce prioritaire au niveau européen, elle est inscrite à l'annexe II de la Directive « Habitats Faune-Flore » et protégée sur l'ensemble du territoire français. Ses populations françaises, nettement excentrées du reste de leur aire de distribution plus orientale, n'existent en France que dans la seule région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le Parc naturel régional du Verdon abrite de belles populations dont la sauvegarde est liée à la préservation des zones humides et au maintien de pratiques agricoles favorables.



MOTS CLÉS : KLASEA LYCOPIFOLIA, SERRATULE À FEUILLES DE CHANVRE, PRAIRIES HUMIDES

Photo 1 : serratule à feuilles de Chanvre d'eau - auteur : Yves MORVANT

La répartition de Serratule à feuilles de Chanvre d'eau montre des petites populations disséminées depuis le sud-ouest des Alpes jusqu'en Europe centrale et une aire plus contiguë, de la Russie occidentale jusqu'au sud de l'Oural (Fig 1).



Fig 1 : répartition de *K. lycopifolia* en Europe d'après Conti & Manzi (1997).

En France, l'espèce n'est connue que dans le sud-est où elle constitue deux aires disjointes, l'une dans les Hautes-Alpes, l'autre dans les Préalpes provençales orientales, aux confins des départements des Alpes-de-Haute-Provence, du Var et des Alpes-Maritimes (Fig.2).

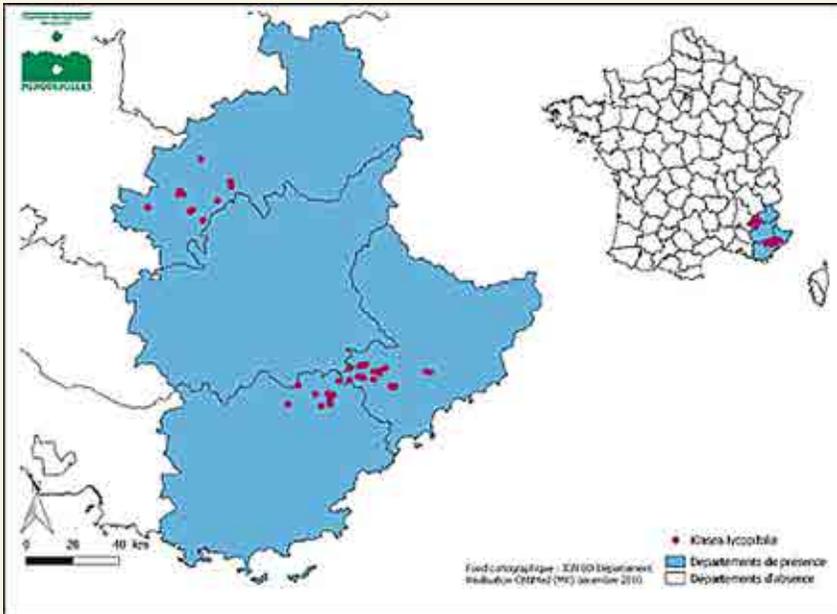


Fig 2 : répartition de *K. lycopifolia* en France d'après le CBNMed (2016).

Étroitement liée aux prairies de fauche méso-hygrophiles, la destruction de ses milieux par leur mise en culture ou leur artificialisation a considérablement fragmenté et fragilisé les populations françaises. Au vu de sa répartition très localisée et des menaces qui pèsent sur ses habitats, la plante a été listée comme *vulnérable* au Livre ROUGE NATIONAL (tome I) et au Livre ROUGE RÉGIONAL. C'est pourquoi la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et le Parc naturel régional du Verdon portent une « forte » responsabilité en terme de conservation de l'espèce.

Cette grande Astéracée possède une tige très caractéristique, qui peut atteindre plus d'un mètre de haut, longuement dénudée dans sa moitié supérieure (photos 1, 2 & 3). Elle porte un unique capitule globuleux à bractées externes appliquées, de couleur violet métallique avant épanouissement, qui devient purpurin lors de la floraison de mi-juin à mi-juillet. Les feuilles inférieures sont longuement pétiolées, ovales, aiguës et grossièrement dentées, les supérieures oblongues, lyrées à découpées jusqu'au milieu (photo 4).



Photo 2 : serratule à feuilles de Chanvre d'eau, en fleurs
auteur : Yves Morvant



Photo 3 : serratule à feuilles de Chanvre d'eau, en fleurs - auteur : Yves Morvant

La plante met en œuvre deux modes de reproduction, qui par voie sexuée et végétative. La fructification qui a lieu jusqu'à mi-août, donne naissance à des akènes à aigrette peu développée, d'où une dissémination plutôt par gravité que par le vent. De plus, la germination montre un faible taux de réussite. La présence de stolons souterrains lui permet par contre de former des colonies étendues et c'est ce dernier mode qui semble être privilégié en vue de sa propagation (Robichon M. et al. 2016).



Photo 4 : colonie de Serratula à feuilles de chanvre d'eau (en boutons) à Saint-Maimes (Trigance)
auteur : Laurence Foucaut

Anciennement nommée *Serratula lycopifolia* (Vill.) A. Kern., la systématique du genre a été revue récemment et *Klasea*, traditionnellement traitée comme une section de *Serratula*, est maintenant acceptée au niveau générique.

Le genre *Klasea* s'étend de la péninsule Ibérique et de l'Afrique du Nord, à travers l'Europe méridionale et orientale, jusqu'en Asie centrale et orientale. D'après Martins (2006), la région ancestrale du genre se situerait en Asie occidentale, très probablement en Anatolie orientale. Dans cette partie du globe, des représentants de toutes les sections sont présents. Cependant, l'abondance d'espèces en Méditerranée occidentale, et plus particulièrement dans la péninsule Ibérique, pourrait faire de cette région un autre centre génétique possible (Canto P., 2012).

Les prospections menées par le Conservatoire botanique national alpin de Gap Charance -CBNA (en 2009/2010, 2012/2013) et le Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles -CBNMed (en 2016) ont permis de préciser la répartition de l'espèce dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et notamment dans les trois départements des Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes et Var (Fig. 3). La Serratule à feuilles de chanvre est présente sur 14 communes, dont une seule dans les Alpes-de-Haute-Provence, 6 dans le département du Var et 7 dans les Alpes-Maritimes.

Sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon, l'espèce forme 2 aires de présence (AP) dans les Alpes-de-Haute-Provence à Peyroules, et 13 autres réparties sur les communes de Bargème (5), Comps-sur-Artuby (3), La Bastide (5), et Trigance (1) dans le Var.

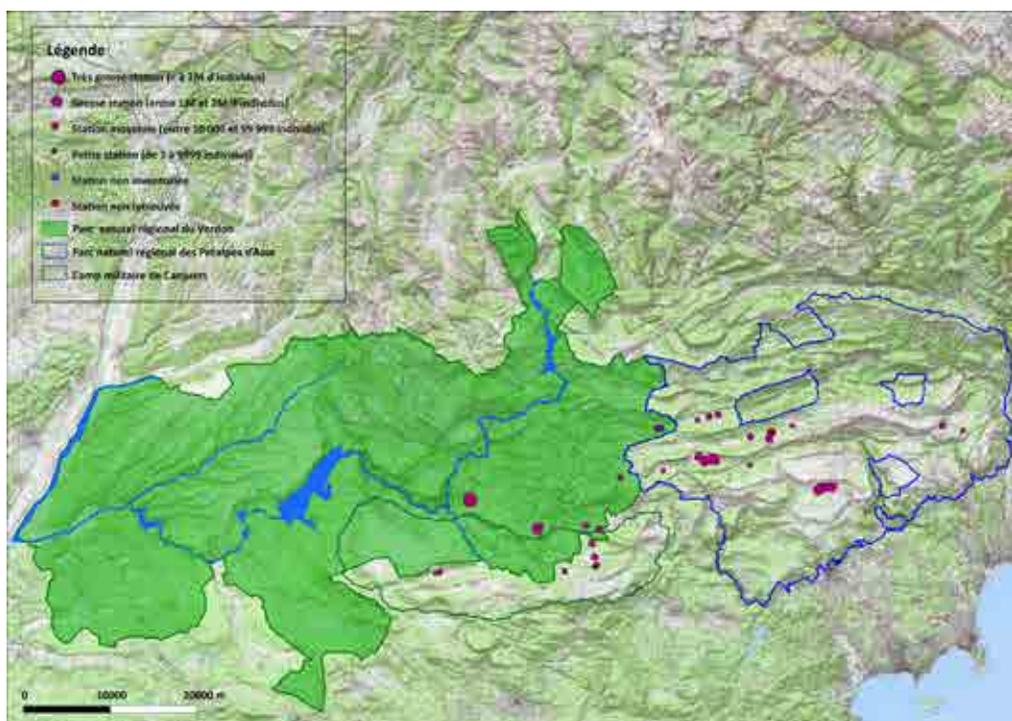


Fig. 3 : répartition de *Klasea lycopifolia* dans les Préalpes provençales orientales

Du point de vue écologique, cette serratule occupe des pelouses et prairies sur sol profond relativement humide à hygrophile mais parfois plus sec, aux étages collinéen à montagnard plus exceptionnellement à l'étage supraméditerranéen, entre 700 m et 1400 m. Au sein du Parc naturel régional du Verdon, elle est présente dans des pelouses mésophiles, des prairies de fauche mésohygrophiles de basse altitude et des prairies hygrophiles à *Molinia*, *Deschampsia cespitosa*, plus exceptionnellement à *Alopecurus bulbosus* et *Inula salicina*.



BILAN DES STATIONS INSCRITES SUR LE TERRITOIRE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON (CBNMED, 2016)

Les deux conservatoires botaniques (CBN alpin et CBN méditerranéen) ont mené des bilans exhaustifs des connaissances sur l'espèce et un état des lieux des populations de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en vue de définir à court et moyen terme les pistes d'action visant à la préservation de l'espèce.

Le CBNA a réalisé deux campagnes (en 2009-2010 et en 2012-2013). Seule la première campagne a fait l'objet d'un rapport en 2010. Le CBNMed a réalisé une campagne en 2016 sur les populations des Préalpes provençales orientales (à l'exception de la station de Peyroules dans le 04).



Photo 5 : prairies mésohygrophiles à *Klasea lycopifolia* (Saint-Maimes ; Trigance) - auteur : Laurence Foucaut

● Station de St-Maimes - La Commanderie (Trigance - 83)

La Serratule forme une colonie très étendue dans une vaste doline à substrat argilo-marneux en partie imperméable, lequel entraîne un engorgement des sols de la fin de l'hiver jusqu'au mois de mai, suivi d'un assèchement estival marqué dans cette zone appartenant à l'étage supraméditerranéen. La pente de la doline initie la présence de deux types de groupements. Sur les parties les moins longtemps exondées, on observe des prairies de fauche méso-hygrophiles de basse altitude à *Achillea millefolium*, *Armeria arenaria* subsp. *bupleuroides*, *Astragalus hypoglottis*, *Bromopsis erecta*, *Briza media*, *Centaurea jacea* subsp. *jacea*, *Galium verum*, *Filipendula vulgaris*, *Cynosurus cristatus*, *Gaudinia fragilis*, *Ononis spinosa*, *Onobrychis supina*, *Rostraria cristata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium montanum*, *Trisetum flavescens*...

Dans les bas-fonds de la doline, ce sont des prairies hygrophiles originales, parfois décalcifiées en surface et plus difficiles à caractériser sur le plan phytosociologique. Le cortège est représenté par *Alopecurus bulbosus*, *Carex flacca*, *C. distans*, *C. hirta*, *Galium palustre*, *Inula salicina*, *Juncus articulatus*, *Molinia caerulea*, *Narcissus poeticus*, *Plantago maritima* subsp. *serpentina*, *Ranunculus acris*, *Sanguisorba officinalis*, *Silaum silaus*, *Succisa pratensis*...

La superficie occupée par la population entre 2010 et 2016 montre une hausse de 37 %. Cette augmentation se confirme en 2018 (L. Foucaut, 2018). La station comporte environ 3 millions d'individus dont 400 000 reproducteurs et est jugée en très bon état de conservation aussi bien au niveau de l'habitat que de l'espèce.

Parcelle fauchée puis pâturée par les ovins, le maintien de la fauche tardive, au moins dans les parties les plus humides, doit permettre de conserver cette population en très bon état.



● Station du clos de Guillon (Comps-sur-Artuby - 83)

Klasea lycopifolia est présente au sein de 3 aires de présence sur des replats investis par des pelouses mésophiles à *Bromopsis erecta*. Les espèces rencontrées font partie du cortège classique de ces pelouses : *Achillea millefolium*, *Briza media*, *Galium verum*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum pallens*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata*, *Salvia pratensis*, *Silene italica*, *S. latifolia*, *Trifolium campestre*, *Trifolium repens*...

La superficie occupée par la population entre 2010 et 2016 montre une hausse de 85 % et présente plus d'1 million d'individus dont 300 000 reproducteurs.

Si les parcelles sont en très bon état de conservation aussi bien au niveau de l'habitat que de l'espèce, une des stations présente un cycle perturbé par une fauche trop précoce, à la mi-juin.

La préservation de la population de cette station passe par l'information et la sensibilisation auprès de l'agriculteur, par la mise en place d'une fauche plus tardive permettant à l'espèce de fleurir et de fructifier.

• Station Le plan Cousset (Bargème - 83)

Les stations sont situées au sein de prairies de fauche de basse altitude marquées par : *Achillea millefolium*, *Armeria arenaria* subsp. *bupleuroides*, *Filipendula vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*...



La superficie occupée par la population entre 2010 et 2016 montre une forte augmentation de 356 % et présente 600 000 individus dont 200 000 reproducteurs. La station est jugée en très bon état de conservation aussi bien au niveau de l'habitat que de l'espèce. La poursuite de la fauche tardive, une sensibilisation sur la présence de l'espèce auprès de l'agriculteur et du propriétaire du centre équestre voisin devraient permettre de prolonger cet état de fait.

• Station du clos du Plan d'Aups (Bargème- 83)

Les aires de présence sont situées au sein de prairies de fauche de basse altitude marquées par : *Achillea millefolium*, *Armeria arenaria* subsp. *bupleuroides*, *Briza media*, *Centaurea scabiosa* subsp. *scabiosa*, *Cynosurus cristatus*, *Galium verum*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon hispidus* subsp. *hispidus*, *Leucanthemum pallens*, *Narcissus poeticus*, *Ranunculus acris*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*, *Vicia cracca*...

La superficie occupée par la population entre 2010 et 2016 montre une hausse de 44 % et présente 11 200 individus dont 1135 reproducteurs. La station est jugée en bon état de conservation aussi bien au niveau de l'habitat que de l'espèce.

• Stations du plan de Finiel (La Bastide - 83)

Sur ce vaste replat, la serrature forme une tache principale et trois autres petites taches disséminées. Les habitats rencontrés sont constitués principalement par des prairies de fauche méso-hygrophiles de basse altitude marquées par la présence de : *Alopecurus pratensis*, *Bromopsis erecta*, *Centaurea jacea* subsp. *jacea*, *Galium boreale*, *G. verum*, *Lathyrus pratensis*, *Onobrychis viciifolia*, *Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*, *Trifolium hybridum* et des prairies plus hygrophiles à *Deschampsia cespitosa*, *Achillea ptarmica*, *Narcissus poeticus*, *Sanguisorba officinalis*, *Thalictrum simplex* subsp. *simplex*, *Trollius europaeus*...



La superficie des populations est en légère baisse entre 2010 et 2016 avec une diminution de 19 %. La parcelle héberge 3000 individus dont 1500 reproducteurs et est jugée en bon état de conservation à la fois au niveau de l'habitat et de l'espèce. Si pour l'instant elle est fauchée, des menaces demeurent quant à la modification d'usage des terres et notamment de la mise en culture.

Photo 6 : prairies de fauche du plan de Finiel à *Klasea lycopifolia* - auteur : Laurence Foucaut

• Stations de Peyroules, au lieu-dit La Foux

La Serratule est installée sur des bas-fonds marneux à 1100 m en bordure d'un cours d'eau. Elle forme deux stations au sein de prairies de fauche méso-hygrophiles de basse altitude à *Achillea roseo-alba*, *Arrhenatherum elatius*, *Avenula pubescens*, *Bromopsis erecta*, *Carum carvi*, *Centaurea jacea*, *Filipendula vulgaris*, *Crepis biennis*, *Dactylis glomerata*, *Galium boreale*, *Galium verum*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Phyteuma orbiculare*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Trifolium montanum*, *Trifolium pratense*, *Trisetum flavescens*... et de prairies plus hygrophiles à *Molinia caerulea* et *Deschampsia cespitosa* associées à *Carex flacca*, *C. hirta*, *C. tomentosa*, *Holcus lanatus*, *Narcissus poeticus*, *Serratula tinctoria*, *Succisa pratensis*.



Photo 7 : prairies de fauche à *Klasea lycopifolia* -La Foux (Peyroules) - auteur : Laurence Foucaut

Cette station n'a pas été inventoriée en 2016 et les données de 2010 ne donnent pas d'éléments sur son importance (superficie, nombre d'individus et de reproducteurs, état de conservation). Toutefois, une visite de ces parcelles à la fin du printemps 2019 a montré que l'une des stations était pâturée intensément par des équins parqués, ce qui risque de mettre en péril la population si la situation perdure. L'autre parcelle fait l'objet d'une fauche tardive qui devrait permettre la conservation en bon état de la population. Toutefois, elle ne présentait aucun individu reproducteur.

Les suivis réalisés sur les Préalpes provençales par le CBNA et le CBN Med ont permis de montrer que les populations étaient globalement en bon état de conservation, voire en très bon état de conservation, notamment sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon. Les stations de Trigance et celles de Comps-sur-Artuby comportent en outre plusieurs millions d'individus.

L'espèce semble y être présente en abondance suffisante pour se maintenir, voire se multiplier, à court et moyen terme. Pour les stations régulièrement fauchées, il semble toutefois nécessaire d'adapter les périodes de fauche certaines années, en fonction du cycle biologique de la plante.

La multiplication végétative présente un avantage certain car elle permet à la plante de capturer les ressources, plus difficilement mobilisables par voie sexuée en raison des caractéristiques propres à l'espèce (rareté des fructifications, mauvaise germination). Cependant, sur le plan de la stratégie conservatoire, elle montre ses limites puisqu'elle ne produit que des copies conformes d'un unique individu. Or en cas d'aléas (prédateurs, sécheresse...), la population clonée est beaucoup plus fragile. Il apparaît donc nécessaire de conserver un large échantillon de la diversité génétique de la population en veillant au bon fonctionnement de la reproduction sexuée. Pour ce faire, un travail de sensibilisation sur la présence de l'espèce doit être poursuivi auprès des agriculteurs et des propriétaires des parcelles agricoles concernées. De plus, celles-ci devraient être plus particulièrement ciblées dans le cadre de la mise en place de mesures agro-environnementales.

Les pistes d'actions proposées conjointement par les deux conservatoires botaniques devraient permettre aux deux parcs naturels régionaux (Verdon et Préalpes d'Azur) et au Conservatoire des espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (qui gère les populations du camp de Canjuers) de pouvoir assurer la pérennité de cette espèce et des habitats qui l'hébergent dans les Préalpes provençales orientales.

Un autre protocole de suivi sera prochainement déployé par le CBNA pour suivre plus précisément les populations haut-alpines et bas-alpines.



Plus généralement, la serratule à feuilles de chanvre d'eau constitue une sorte de "lanceur d'alerte" sur l'état de conservation des zones humides auxquelles ces prairies sont le plus souvent associées. Bien représentées dans les Préalpes provençales orientales, elles constituent des milieux phares pour la biodiversité. De nombreuses autres plantes remarquables sont associées à ces habitats humides comme *Achillea ptarmica* L., *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W.Chase subsp. *coriophora*, *Carex disticha* Huds., *C. hartmanii* Cajander, *Carex hostiana* DC., *Dianthus armeria* L. subsp. *armeria*, *Mentha arvensis* L., *Myosotis scorpioides* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Thalictrum simplex* L. subsp. *simplex*... En outre, elles servent de zones d'alimentation (forte biomasse entomologique) pour les chiroptères, les oiseaux les reptiles, et les batraciens.

BIBLIOGRAPHIE

ABDULHAK S. (coord), 2010. *Bilan régional des connaissances sur la Serratule à feuilles de Chanvre d'eau (Serratula lycopifolia (Vill.)A.Kerner)*. Rapport scientifique. CBNA et CBNMed. 31 pp.

CANTO P., 2012. Geobotanical Synopsis of *Klasea* and *Serratula* (Asteraceae) in the Iberian Peninsula, International Journal of Geobotanical Research, Vol. n° 2., pp. 21-33.

CONTI F. & MANZI A. (1997). *Serratula lycopifolia* (Vill) A. Kern., *New the italian Flora*. Flora mediterranea, 7 : 181-183.

FORT N. et al, 2009. *Bilan régional des connaissances sur la Serratule à feuilles de chanvre d'eau (Serratula lycopifolia (Vill.) A. Kerner)*.

FOUCAUT (2018). *Inventaires complémentaires des habitats et de la flore sur plusieurs zones humides du bassin versant du Verdon*. Parc naturel régional du Verdon. 78 pp.

LAVAGNE A. 2008. *Klasea lycopifolia* (Vill.) A. & D. Löve. in Cruon R. (sous la direction de) 2008. *Le Var et sa flore. Plantes rares ou protégées*. Solliès-Ville, Association pour l'inventaire de la flore du Var/Turriers, Naturalia Publications, p. 288.

LAVAGNE A., REBUFFEL G., 2002. *Étude des marais et prairies marécageuses du nord-est et du centre-est du département du Var* (France), Bull. Soc. Linn. Provence, 53 : 91-120

Martins, L. 2006. *Systematics and biogeography of Klasea (Asteraceae-Cardueae) and a synopsis of the genus*. Bot. J. Linn. Soc. 152 : 435-464.

NOBLE V., VAN ES J., MICHAUD H., GARRAUD L. (coordination), 2015. *Liste rouge de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur - Version mise en ligne*. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement & Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 14 pp.

ROBICHON et al. 2016. *Bilan stationnel de la Serratule à Feuilles de chanvre d'eau, espèce d'intérêt communautaire (Klasea lycopifolia (Vill.)A. Löve & D. Löve) - Secteur des Préalpes provençales (Alpes-Maritimes et Var)*. CBNmed 23 pp. + annexes.

VIVAT A., 2003. *Serratula lycopifolia dans le département des Hautes-Alpes : bilans stationnels et mise en place de suivi de populations*, Conservatoire botanique national alpin, Rapport d'étude, 16 pp.



Photo 8 : belle station à serratule à feuilles de chanvre d'eau - auteur : Yves Morvant

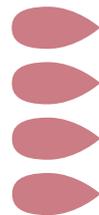


VERDON, TERRITOIRE PROPICE AUX ÉTUDES SUR LES PLANTES MESSICOLES

Auteur de l'article :

• **Stéphanie Huc - Conservatoire botanique national alpin**

Les plantes messicoles, inféodées aux moissons, sont arrivées en France il y a environ 6000 ans avec la diffusion de l'agriculture. Cependant, depuis les années 1950, elles régressent dans le paysage agricole. Les raisons principales sont les changements de pratiques agricoles (notamment le labour profond), l'utilisation de produits phytosanitaires et les changements d'occupation des sols. Afin de préserver ces espèces, liées à l'agroécosystème, trois études ont été menées pour mieux cerner leurs relations avec les pratiques agricoles dans les champs cultivés, leurs liens aux insectes nectarifères et pollinifères et pour suivre leur évolution dans le temps. Le territoire du Verdon, riche en espèces messicoles, a permis de réaliser ces trois études.



MOTS CLÉS : PLANTES MESSICOLES, PRATIQUES AGRICOLES, SERVICES ÉCOLOGIQUES, ÉTAT DE CONSERVATION

INTRODUCTION

Inféodées aux cultures qu'elles accompagnent depuis plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires, les plantes messicoles font partie du patrimoine naturel et culturel de l'agro-écosystème. Bleuet, Coquelicot, Nielle des blés et autres Tulipes sauvages ont un cycle de vie comparable à celui des céréales d'hiver (blé, orge...). Adaptées aux perturbations du milieu induites par la culture, elles vivent au rythme des plantes de cultures annuelles (colza, féverole) ; on les retrouve aussi dans les vignes et vergers où le travail du sol crée une perturbation qui leur est favorable.

Les plantes messicoles sont spontanées en France ou bien viennent du Moyen-Orient, d'Asie centrale ou de Méditerranée orientale par différentes voies de migration : elles ont voyagé dans les sacs d'engrain (*Triticum monococcum*) et sont arrivées en France il y a plus de 6000 ans. Leur habitat d'origine correspond à des pelouses sèches sableuses ou caillouteuses. Le travail du sol pratiqué dans la culture leur a donné de nouveaux habitats de substitution, leur permettant d'étendre leur aire de répartition et de s'installer dans les champs.

Le sud-est de la France est une zone riche en plantes messicoles qui accueille à la fois les espèces spontanées et les espèces qui ont migrés. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur compte 121 plantes messicoles contre 102 taxons pour la liste nationale (Huc et al., 2016). Ce nombre élevé s'explique par le fait que le sud-est de la France abrite des espèces messicoles spécifiques non comptabilisées au niveau national car très localisées. Dans le Verdon, on compte 86 espèces messicoles dont 69 de la liste nationale, présentes dans divers types de culture (lavandin, céréales d'hiver, colza...). Les groupements des plantes messicoles appartiennent à la classe des *Stellarietea mediae* Tüxen, dans laquelle on distingue 3 ordres : les *Aperetalia spicae-venti* (68.0.1) regroupant des communautés sur sols sablonneux plus ou moins acides, les *Centaureetalia cyani* (68.0.2) pour les communautés sur sol neutro-alcalin (Fig. 1), les *Chenopodietalia albi* (68.0.3) comportant des communautés de cultures sarclées sur sols eutrophes (Bardat & al., 2004). Dans le Verdon, seuls les deux derniers groupements sont présents.



Photo 2 : champ riche en plantes messicoles -auteur: Stéphanie HUC

Autrefois largement répandus dans les campagnes, les plantes des moissons ont considérablement régressé durant le XX^e siècle en raison des changements de pratiques agricoles (labours profonds, utilisation de produits phytosanitaires et changements d'occupation du sol (Cambécèdes et al., 2012). Dès 1962, Aymonin signale la régression des plantes messicoles (Aymonin, 1962). Sept espèces ont disparu de France dont cinq en région Provence-Alpes-Côte d'Azur ; de nombreuses espèces à répartition méditerranéenne sont en forte régression (*Ceratocephalus falcatus*, *Hypocoum pendulum*, *Roemeria hybrida*). C'est d'ailleurs le cas pour le territoire du Verdon.

Afin de préserver ces espèces hautement symboliques, des actions ont été mises en place sur le territoire. En 2006, un programme de conservation des messicoles a vu le jour sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon ainsi qu'un inventaire de la flore ségétale (Rombaud et Celse, 2007). Puis en 2015, la déclinaison régionale du plan national en faveur des messicoles a permis d'identifier des actions de protection, de connaissance et de sensibilisation à l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Huc, 2015). C'est dans ce cadre que trois études ont été menées dans le sud de la France, et notamment sur le territoire du Verdon :

- 1- pour mieux comprendre les relations entre la présence des espèces messicoles et les pratiques agricoles,
- 2- pour apprécier les services écologiques rendus par les messicoles, et notamment le lien avec les insectes pollinisateurs et
- 3- pour suivre l'évolution de ce cortège d'espèces dans l'espace et dans le temps.

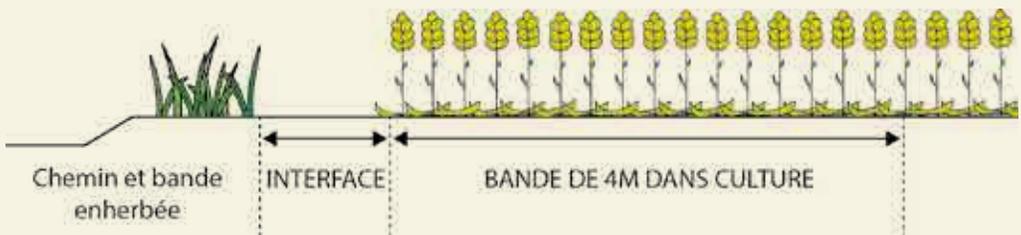
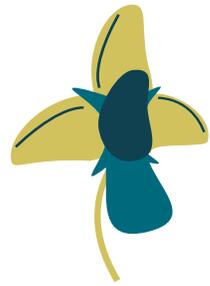


Fig. 1 : prospection des messicoles de la bordure du champ aux premiers rangs de plein champ)

1. PRATIQUES AGRICOLES ET PLANTES MESSICOLES : QUELS LIENS DE CAUSE À EFFET ?

Cette étude, financée par un projet CASDAR (2013-2015), avait pour objectif l'étude des liens entre systèmes de culture, pratiques culturales et populations de plantes messicoles. Elle a été menée dans trois régions françaises (Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie et Bourgogne-Franche-Comté), sur des cultures qui présentaient des rotations avec des céréales d'hiver. Sur chaque territoire, un ensemble d'exploitations en agriculture biologique et conventionnelle ont été choisies. La présence d'espèces messicoles était une condition à l'éligibilité des parcelles étudiées. En Provence-Alpes-Côte d'Azur, 44 parcelles ont été identifiées dont 12 sur le Verdon, sur les communes de Roumoules, Valensole et La Verdière. Un inventaire botanique a été réalisé par le CBNA durant 3 années sur la zone d'interface (située entre la limite de la parcelle travaillée et le premier rang de culture), sur la bande en bord de champ et sur le plein champ (Fig. 2). Parallèlement, des enquêtes sur les systèmes de culture et les pratiques culturales ont été menées par Bio de Provence afin de chercher des corrélations entre présence de messicoles et pratiques. L'analyse des données a porté sur l'ensemble des données récoltées dans les trois régions et a été réalisée par l'INRA de Dijon.



Les résultats montrent que certaines pratiques agricoles ont des effets favorables sur la conservation des plantes messicoles dans l'agro-écosystème (Dessaint F. et al., 2016). Sur les trois régions étudiées, plus de 540 taxons (espèces et regroupements d'espèces) ont été observés sur les 159 parcelles échantillonnées ; en Provence-Alpes-Côte d'Azur, 328 taxons adventices ont été recensés sur les trois zones inventoriées dont 43 espèces de la liste nationale. Les espèces messicoles les plus fréquentes sont le grand coquelicot (*Papaver rhoeas*), la pensée des champs (*Viola arvensis*), le bleuet (*Centaurea cyanus*), le vulpin (*Alopecurus myosuroides*), le peigne de Vénus (*Scandix pecten-veneris*) et la folle avoine (*Avena fatua*). Par contre, d'autres sont beaucoup plus rares, comme la gagée des champs (*Gagea arvensis*) et la mâche à piquants (*Valerianella echinata*). Pour l'analyse des relations avec les conditions culturales, trois espèces ont été supprimées car trop fréquentes dans les relevés et considérées comme concurrentes des cultures (*A. fatua*, *P. rhoeas* et *A. myosuroides*). Ainsi les résultats montrent que deux pratiques agissent positivement : la présence d'un labour et l'apport d'azote organique. Deux pratiques agissent négativement : l'utilisation d'un désherbage mécanique et/ou chimique. La durée de la succession culturale et la surface de la parcelle ne semblent pas influencer la présence des messicoles, alors qu'il s'agit d'éléments explicatifs de l'abondance des adventices communes, également inventoriées lors de l'étude. Une étude sur les adventices rares met en évidence que seules deux adventices rares répondent positivement à la surface de la parcelle (Rotchés-Ribalta et al., 2015). Le labour a déjà été mis en évidence comme ayant un effet positif sur les messicoles (Dutoit et al., 2003) : un travail du sol inférieur à 20 cm durant l'automne permet l'enfouissement des semences nécessitant une dormance et limite le développement d'une flore herbacée à reproduction végétative. Par contre, l'apport de fertilisant comme favorable aux messicoles est à nuancer car en situation de forte concurrence, les espèces messicoles sont largement désavantagées. Le désherbage chimique et mécanique a déjà été identifié comme préjudiciable et responsable de leur régression, voire de leur disparition (Aymonin, 1965, Montégut, 1993, Jauzein, 2001). Dans le Verdon, de très grandes surfaces de terres agricoles sont occupées par le lavandin ; de ce fait, une étude similaire permettrait de mettre en évidence les pratiques favorables en culture de plantes aromatiques et médicinales en agriculture biologique et conventionnelle.

2. QUELS INSECTES POLLINISATEURS VISITENT LES PLANTES MESSICOLES ?

Les liens entre insectes et plantes hôtes ont déjà été étudiés par Schweitzer (2004) qui a mis en évidence les espèces messicoles les plus nectarifères (*Consolida regalis*, *Cyanus segetum*, *Stachys annua*) et pollinifères (*Papaver ssp.*) en zone de cultures. Dans les cultures de plantes aromatiques et médicinales, nous avons réalisé une étude portant sur les liens entre insectes pollinisateurs et plantes messicoles sur deux parcelles de lavandins, sur Manosque (avec le CRIEPAM) et sur la commune de Saint-Jurs durant l'été 2018. Des placettes d'environ 1 m² ont été semées en inter-rang de lavandin avec dix espèces messicoles (*Vaccaria hispanica*, *Iberis pinnata*, *Bifora radians*, *Cyanus segetum*, *Agrostemma githago*, *Caucalis platycarpus*, *Legousia speculum-veneris*, *Bupleurum rotundifolium*, *Delphinium consolida*, *Ranunculus arvensis*). Au moment de la floraison, un inventaire précis des lépidoptères diurnes a été réalisé par le CEN PACA et une observation de quatre ordres d'insectes (Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères et Coléoptères) a été réalisée par le CBNA.



Photo 3 : bleuets et hyménoptères - auteur : Sylvain Habdulhak

Le suivi des insectes réalisé durant l'été 2018 a été contraint par les conditions météo particulièrement défavorables. Cependant, huit espèces ont pu être observées lors des trois prospections. On observe que les inter-rangs de messicoles attirent les lépidoptères diurnes tout au long de la saison estivale, avant même la floraison des lavandes et jusqu'à leur dépérissement (Dusacq, 2018). Pour les autres ordres d'insectes, nos observations montrent que les lépidoptères ont été observés sur *Delphinium consolida* et *Vaccaria hispanica*. Les hyménoptères sont assez ubiquistes, présents sur 7 des 10 espèces alors que les diptères sont seulement absents de *Legousia speculum-veneris*. Le Bleuets, espèce nectarifère, attire les hyménoptères (Photo 3). Quant aux diptères, on les trouve sur 7 espèces sur 10 (Tab. 1) (Huc & Dusacq, 2018). Cette étude préliminaire devra être reproduite pour obtenir des résultats plus robustes.



	Lépidoptères	Hyménoptères	Diptères	Coléoptères
<i>Agrostemma githago</i>		X	X	
<i>Bifara radialis</i>		X	X	X
<i>Bupleurum rotundifolium</i>		X	X	X
<i>Caucalis platycarpus</i>			X	X
<i>Cyanus segetum</i>		X	X	X
<i>Delphinium consolida</i>	X		X	
<i>Iberis pinnata</i>		X	X	
<i>Legouzia speculum-veneris</i>				X
<i>Ranunculus orvensis</i>		X	X	X
<i>Vaccaria hispanica</i>	X	X	X	X

Tableau 1

De plus, une étude des pollens portés par les abeilles domestiques a été réalisée dans le cadre du CASDAR (2013-2015) précédemment cité. Cette étude a été menée sur les territoires du Luberon et du Verdon sur la commune de Valensole. Les échantillons de pelotes de pollen ont été utilisés pour déterminer la proportion de pollen provenant des espèces messicoles. Ces pelotes ont été récoltées hebdomadairement sur 5 ruches équipées de trappes à pollen. Les analyses ont été réalisées par l'INRA d'Avignon (Fig. 2).

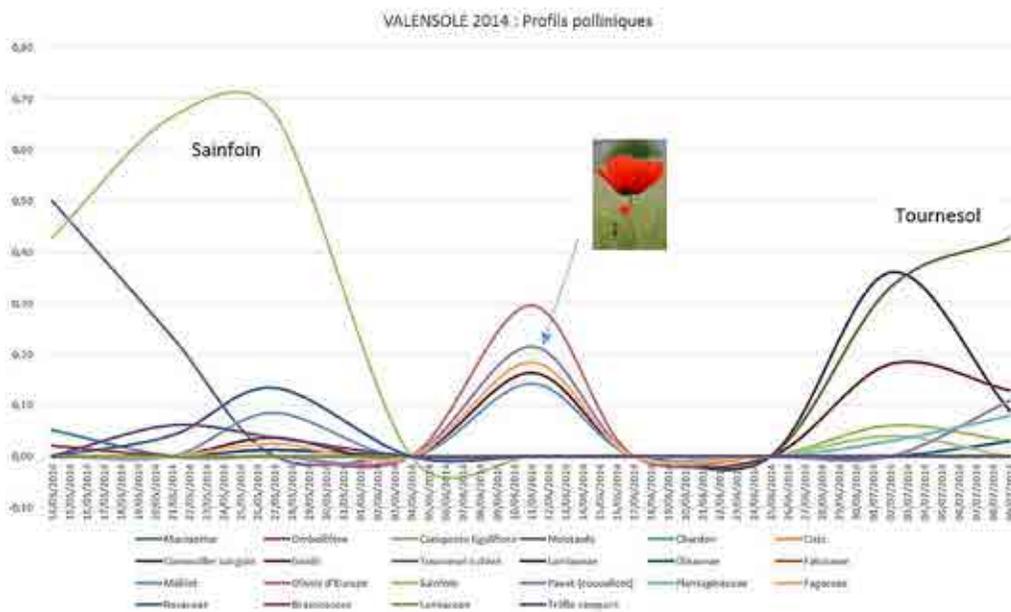


Fig2 : analyses polliniques de ruchers

L'analyse pollinique réalisée sur les deux ruchers en 2014 et 2015 a mis en évidence un pic de pollen maximum durant l'été 2014 entre le pic de floraison du sainfoin et celui du tournesol (Fig. 4). Ainsi, à une période bien précise de l'été, les abeilles vont se nourrir quasi exclusivement sur le coquelicot. Les résultats d'analyse des deux années confirment ce rôle fonctionnel. Le coquelicot, essentiel pour la nutrition de la ruche, joue un rôle essentiel en période de disette pour les abeilles (Rhoné et al., 2016).

3. COMMENT ÉVALUER L'ÉTAT DE CONSERVATION DES PLANTES MESSICOLES ?

Les espèces messicoles sont en forte régression en France et notamment dans le sud-est de la France. La liste rouge des espèces menacées en France (2019) précise que 19 plantes messicoles sont menacées de disparition, soit une sur cinq. Les causes sont multiples : le tri performant des semences, les changements de pratiques (culture de printemps, semis direct, labours profonds), les changements d'occupation des sols, l'utilisation de produits phytosanitaires. Concernant ce dernier point, la France consommait 94 172 693 doses unités (NODU) de ces produits pour l'usage agricole en 2016, soit une hausse de +12 % depuis 2011 (source ONB). Ainsi pour évaluer les tendances des populations de messicoles de manière quantitative, le CBNA, accompagné d'un groupe d'une dizaine de partenaires (CEN, PNR, PN, N2000...) a mis en place un protocole de suivi de 43 espèces messicoles à l'échelle du territoire alpin. L'état initial a été réalisé en 2016 et 2017 dans le cadre d'un programme européen (POIA RéseauFlore, 2016-2018) et d'un programme de suivi scientifique (Flore Sentinelle). Les parcelles suivies sont issues d'une sélection aléatoire de mailles de 1 km sur 1 km à l'échelle du massif alpin qui présentent les critères suivants :

- ≥ 20 % de la maille correspondant aux catégories suivantes : blé tendre, maïs grain et ensilage, orge, autres céréales, colza, tournesol, légumineuses à grains, prairies temporaires, vergers, vignes, oliviers et autres cultures industrielles (PAM) du Registre parcellaire graphique de 2012.
- ≥ 3 taxons parmi les 43 espèces messicoles pré-identifiées.

Cette sélection a permis d'identifier 628 mailles potentiellement favorables aux messicoles. Puis un tirage aléatoire de 150 mailles a été réalisé sur lesquelles le suivi à l'échelle de parcelles devait être réalisé. Pour chaque maille échantillon, l'observateur réalise le suivi dans une à trois parcelles même si la culture de l'année n'est pas favorable. Il note la présence ou absence des 43 espèces messicoles pré-identifiées le long d'un transect de 50 mètres de long sur la bordure interne du champ cultivé.

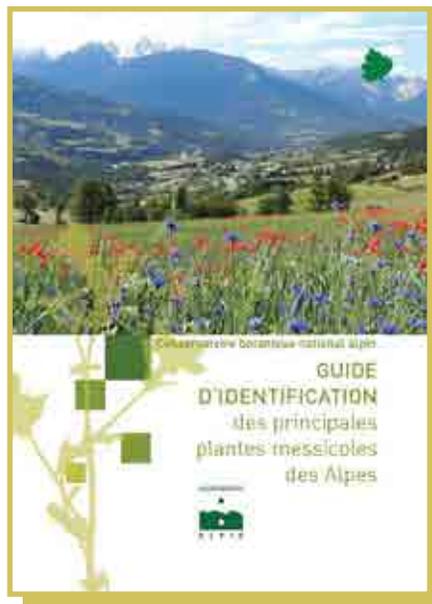


Fig. 3 : guide d'identification

En 2016 et 2017, le suivi des 43 taxons messicoles a été réalisé sur 120 mailles, soit 297 parcelles dans les Alpes. Huit partenaires sont impliqués, dont le PNR du Verdon. Sur ce territoire, ce sont 7 mailles, soit 15 parcelles qui ont fait l'objet d'un suivi. Dix espèces messicoles ont été contactées (Fort, 2019). Ce suivi est un état initial. La méthodologie sera reprise dans 5 ans pour comparer et évaluer l'état de conservation des espèces. Une fiche de suivi a été réalisée ainsi qu'un guide d'identification (Fig. 5) des 43 espèces suivies pour aider l'observateur (Ferlay et al., 2017).

CONCLUSION

Ces divers exemples mettent en évidence l'importance du territoire du Verdon pour l'étude des plantes messicoles. Les inventaires et autres suivis ont montré la richesse et la diversité d'espèces liées à la grande diversité de types de culture. L'investissement des acteurs locaux (agriculteurs, institutionnels, gestionnaires d'espaces et citoyens) est indispensable pour la réalisation de ces actions de connaissance et de préservation de la flore des moissons. On l'a vu, ces espèces sont en danger et le Verdon n'est pas en reste ! La conservation de ces espèces dans l'agro-écosystème est l'affaire de tous, mais surtout liée à la volonté locale des agriculteurs qui accueillent dans les champs ces plantes messicoles depuis 6 000 ans.

BIBLIOGRAPHIE

AYMONIN G., 1962.- Les messicoles vont-elles disparaître ? *Science et nature*, 49 : 3-9.

AYMONIN G., 1965. Le phénomène de l'adventicité. *1^{er} Colloque sur la biologie des mauvaises herbes, 29 novembre 1965 (Seine-et-Oise)*, 14 pp

BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., et al., 2004 - *Prodrome des végétations de France* - Ed. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p.

CAMBECEDES J., LARGIER G., LOMBARD A., 2012.- *Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Fédération des conservatoires botaniques nationaux, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. 242p.

DESSAINT F., BARDET O., CAMBECEDES J., DARMENCY H., GUILLEMIN JP, HUC S., JAMMES D., POINTEREAU Ph., RODRIGUEZ A., 2016, Quelles pratiques agricoles pour préserver les peuplements riches en espèces messicoles. AFPP - 23^e conférence du COLUMA, Dijon, 6,7 et 8 décembre 2016.

DUTOIT T., GERBAUD E., BUISSON E., ROCHE P. (2003). Dynamique d'une communauté d'adventices dans un champ de céréales après le labour d'une prairie semi-naturelle : rôles de la banque de graines permanente. *Ecoscience*, 10, 225-235.

DUSACQ (2018)

FERLAY B., HUC S., SCHUMPP U., 2017, *Guide d'identification des principales plantes messicoles des Alpes*, Conservatoire botanique national alpin, 104 p.

FORT N. (2019).- RéseauFlore - Conservation de la flore patrimoniale des Alpes : mise en œuvre par le réseau Alpes-Ain de la Conservation de la flore. *Bilan 2018*, Conservatoire botanique national alpin, 10 p + annexes

HUC S. (2015).- Plan d'actions régional de la flore messicole de Provence-Alpes-Côte d'Azur (2015-2017), Conservatoire botanique national alpin, 109 p.

HUC S., VAN ES J., NOBLE V., ABDULHAK S., MICHAUD H. (2016).- *Liste des espèces messicoles en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, Conservatoire botanique national alpin, 22 p + annexes

HUC & DUSACQ (2018)

JAUZEIN P., 2001.- L'appauvrissement floristique des champs cultivés. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 21 : 65-78.

MONTEGUT J., 1993 - Évolution et régression des messicoles - *Actes du colloque "Faut-il sauver les mauvaises herbes ?"* », Gap 9 - 12 juin 1993 : 11- 32.

SCHWEITZER P., 2004.- Mauvaises herbes et apiculture. L'abeille de France, 904. http://www.beekeeping.com/abeille-de-france/articles/mauvaises_herbes.htm

ROMBAUD D. & CELSE J. (2007). - *Mise en place d'un programme de conservation des messicoles du Parc naturel régional du Verdon*, Parc naturel régional du Verdon, CEEP, 118 p.

RHONE F., MAIRE E., ODOUX JF, GUILLERME S., BRIANE G. (2016).- *Abeilles et composante ligneuse*. Openfield, pp. en ligne. (hal-01452931)

ROTCHES-RIBALTA R., BLANCO-MORENO J. M., ARMENGOT L., JOSE-MARIA L., SANS F. X., 2015 - Which conditions determine the presence of rare weeds in arable fields? *Agriculture Ecosystems Environment*, 203, 55-61



INFLUENCE DES SYSTÈMES AGRICOLES ET DES PAYSAGES DU PLATEAU DE VALENSOLE, SUR LES POPULATIONS DE POLLINISATEURS SAUVAGES (BOURDONS ET PAPILLONS DE JOUR)

Auteurs de l'article :

- **Dominique Chavy (PNR Verdon) & Sébastien Jéssel (SJEC)**
avec la contribution de **Delphine Haas (Master Université occidentale de Bretagne)** et **Serge Gadoum (OPIE)**

L'érosion de la biodiversité causée par les activités humaines est devenue plus qu'alarmante, avec une nature dite « ordinaire » fortement malmenée depuis plusieurs décennies.

Les insectes pollinisateurs sauvages, témoins de cette nature ordinaire, subissent de plein fouet la dégradation de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires. Un Plan d'actions national en faveur des insectes pollinisateurs sauvages et des abeilles a ainsi été élaboré pour tenter d'endiguer cette érosion et préserver les insectes pollinisateurs au rôle crucial pour l'équilibre des écosystèmes, dont les agrosystèmes. Dans l'Union européenne, ce ne sont pas moins de 84 % des plantes cultivées et 80 % des espèces végétales sauvages qui dépendent de la pollinisation par les insectes (Gadoum & Roux-Fouillet, 2016).



MOTS CLÉS : BOURDONS, PAPILLONS DE JOUR, GRANDES CULTURES, INSECTES POLLINISATEURS SAUVAGES, DIAGNOSTIC AGRO ENVIRONNEMENTAL

Initiant un observatoire de la biodiversité et investi dans l'animation d'une démarche agro-écologique de territoire, le Parc naturel régional du Verdon a souhaité mieux connaître et analyser les liens entre les systèmes agricoles et les populations de pollinisateurs sauvages sur le plateau de Valensole. L'objectif était d'identifier les pratiques culturales favorables aux pollinisateurs et d'en faire un retour aux agriculteurs.

Ce travail a pu être mené grâce à des financements apportés par la reconnaissance du territoire du Parc naturel régional du Verdon comme « Territoire à énergie positive pour la croissance verte » (TEP-CV).



Photo 2 : le myrtil (*Maniola jurtina*) - auteur : Dominique Chavy

Contexte

L'érosion de la nature "ordinaire" est particulièrement marquée dans les espaces agricoles cultivés. Un tiers des oiseaux communs et 80 % des insectes des campagnes ont ainsi disparu en à peine une génération humaine (Paul, 2019). La fragmentation des paysages, une urbanisation non maîtrisée, l'usage des produits phytosanitaires, la simplification des systèmes agricoles et la détérioration de la ressource en eau ont à ce point dégradé les écosystèmes qu'aujourd'hui, toutes espèces confondues, un tiers des espèces est considéré comme menacé en France, métropole et Outre-mer confondus (Masseti & Wroza, 2018). Les effets du changement climatique, dont on ne mesure aujourd'hui que les prémices mais dont les modèles les moins pessimistes prédisent néanmoins des bouleversements sans précédent et sur des pas de temps très courts, risquent de précipiter encore davantage cette crise de la biodiversité causée par les actions anthropiques.

La dégradation des habitats et de leurs ressources alimentaires touche de plein fouet les insectes pollinisateurs sauvages. Or ces derniers sont indispensables à la reproduction d'une grande partie des plantes à fleurs.

Parmi la vaste communauté des abeilles sauvages, les bourdons n'échappent pas à ce triste constat. Ainsi, pour le genre *Bombus*, 45 % des espèces sont en déclin en Europe et 25 % sont considérées en danger critique d'extinction (Michez & Verreken, 2019).

Le Parc naturel régional du Verdon, aux côtés de la chambre d'agriculture des Alpes-de-Haute-Provence co-anime depuis 2014 une démarche agro-écologique à l'échelle de la petite région agricole du plateau de Valensole. Sur un peu plus de 20 000 ha de surface agricole utile (SAU), le plateau de Valensole est dominé par des systèmes culturaux articulés autour de la production de plantes à parfum et aromatiques (dont principalement le lavandin), de blé dur et de surfaces en herbe (pâturage, légumineuses et fourrage) utilisées dans les rotations de cultures.



Photo 3 : le coquelicot, une plante importante pour les abeilles, notamment en période de disette alimentaire - auteur: Dominique Chavy

Le contexte de changement climatique, la pollution aux pesticides et aux nitrates des eaux souterraines et superficielles, le dépérissement du lavandin⁽¹⁾, la préservation d'une biodiversité rare et fragile ayant justifié la désignation d'un périmètre Natura 2000 et dont l'état de conservation est aussi le reflet du fonctionnement des agrosystèmes, sont autant de défis à relever par les agriculteurs, dans un "climat" aux cours mondiaux volatils et dans un cadre fluctuant fixé par la Politique agricole commune (PAC).

Face à ces défis, des agriculteurs initient et testent depuis plusieurs années des démarches innovantes pour tendre vers des agrosystèmes plus durables.

Initiée par le Parc naturel régional du Verdon, la chambre d'agriculture des Alpes-de-Haute-Provence, la Société du Canal de Provence et la Chaire d'entreprises Agrosys (Montpellier SupAgro), la démarche REGAIN coanimée par le Parc à l'échelle du Plateau de Valensole, vise à promouvoir, partager et diffuser ces pratiques plus durables. Le Parc naturel régional du Verdon anime en particulier un volet sur les interactions entre agriculture et biodiversité (services écosystémiques ou services rendus par la nature à l'agriculture et à la société) avec deux approches complémentaires : une entrée sur le fonctionnement biologique et la fertilité des sols et une entrée plus ciblée sur les services rendus par les infrastructures agro-écologiques (haies, arbres isolés ou alignés, prés-vergers, cabanons et pigeonniers...).

Après un inventaire en 2015 des oiseaux nicheurs communs du plateau de Valensole en lien avec la diversité des paysages, le Parc souhaitait se saisir du Plan national d'actions en faveur des pollinisateurs sauvages (Gadoum & Roux-Fouillet, 2016) pour dresser un premier état des lieux sur le plateau de Valensole. Plus qu'un simple recensement, l'objectif était d'évaluer les pratiques culturelles et les paysages les plus favorables aux pollinisateurs sauvages "en termes d'abondance et de diversité".



Pour ce faire, deux groupes d'espèces ont été retenus pour mener à bien cette étude : les bourdons et les papillons de jour.

Ces deux groupes ont été choisis pour plusieurs raisons :

- il s'agit d'insectes reconnus pour leur rôle déterminant de pollinisateurs dans les agrosystèmes (Potts et al., 2010 cité dans Haas, 2018) ;
- avec une formation préalable à la reconnaissance des espèces et un processus de validation des déterminations, ces deux groupes restent parmi les plus facilement identifiables par des personnes non spécialistes, au sein de la très vaste communauté des insectes pollinisateurs sauvages ;
- pour les bourdons, la détermination des espèces ou sous-espèces n'est pas un facteur bloquant pour travailler avec un public non spécialiste : les patterns (i.e. la coloration de leur forte pilosité, Cf. Figure 2) peuvent déjà, en soi, constituer une première marche et un support d'animation auprès des agriculteurs désireux d'identifier les bourdons sur leur exploitation.

⁽¹⁾ Dépérissement causé par l'action d'une cicadelle, insecte vecteur d'une maladie qui dessèche les pieds de lavandin.

L'étude des pollinisateurs sauvages en milieu agricole sur le plateau de Valensole

L'inventaire et l'analyse des résultats, réalisés d'avril à septembre 2018, ont été confiés à Delphine Haas, dans le cadre de son Master 2 "Gestion et conservation de la biodiversité" à l'Université de Bretagne occidentale (UBO). Sur le terrain, elle a pu compter sur l'appui ponctuel d'un agent du Parc (Nicolas Martinez) et de deux stagiaires Bac Pro (Damien Giraud et Vincent Ruols).

En la personne de Serge Gadoum, l'Office pour les insectes et leur environnement (OPIE), animateur du plan national d'actions "France Terre de pollinisateurs", a apporté son expertise sur les pollinisateurs. L'OPIE a assuré une formation préalable auprès des observateurs sur l'écologie, l'identification, la capture et la préparation des bourdons. Il a également supervisé et validé les déterminations.

Sébastien Jéssel (SJEC), ingénieur statisticien, est également intervenu en appui de cette étude, tant au moment de l'analyse des résultats que pour la définition en amont du design de l'inventaire (plan d'échantillonnage et protocole d'inventaire).



Photo 4 : vieux amandiers sur le plateau de Valensole -auteur: Dominique Chavy

1. MÉTHODOLOGIE

1.1. Le choix des sites d'inventaire

Le plan d'échantillonnage de l'inventaire s'est basé sur les îlots PAC⁽²⁾ de 16 exploitations agricoles du plateau de Valensole volontaires pour participer à l'étude. Inscrites dans la démarche agro-écologique REGAIN, les exploitations participantes sont représentatives des différents systèmes agricoles du plateau, en agriculture biologique comme en agriculture conventionnelle. Elles sont réparties aussi bien dans la partie nord ou sud du plateau et totalisent ensemble 2 056 ha de SAU soit 10,3 % de la SAU totale du plateau.

L'objectif de l'étude nécessitait de pouvoir caractériser les pratiques culturales prévalant sur les secteurs à inventorier. Le temps imparti ne permettant pas de réaliser des diagnostics d'exploitation en amont ou pendant le stage et ne souhaitant pas ré-enquêter les agriculteurs déjà fortement sollicités, le Parc du Verdon s'est appuyé sur la note globale de la méthode DIALECTE⁽³⁾. En effet, 13 des 16 exploitations participantes ont fait l'objet d'un diagnostic en 2015 selon cette méthode. Les trois autres exploitations non diagnostiquées ont pu être qualifiées à dire d'expert, au regard de la connaissance de leurs pratiques culturales.

Si l'on ne peut exclure une possible évolution des systèmes agricoles sur une période de trois ans, ces diagnostics d'exploitation par la méthode DIALECTE étaient la meilleure base de travail pour décrire les systèmes. La méthode DIALECTE est standardisée, utilisée et reconnue en France, avec plus de 2 000 diagnostics réalisés.

Calculée sur 100 points, la note globale est établie à partir de l'évaluation de plusieurs critères, comme la diversification des productions (notamment l'assolement pour les productions végétales), la part de légumineuses dans les couverts végétaux, la quantité d'infrastructures agro-écologiques, la taille moyenne des parcelles, la pression d'azote ou encore la fréquence des traitements phytosanitaires (Solagro, 2012). Elle traduit assez bien en cela un niveau d'intensification des pratiques culturales.

Pour situer les exploitations du plateau de Valensole, et à défaut de disposer de références propres à des systèmes méditerranéens, leur note globale DIALECTE a été comparée à la note moyenne des systèmes d'exploitation en grandes cultures et production végétale, issue de la base de données nationale DIALECTE. Les 16 exploitations participantes ont ainsi été réparties en 3 classes d'intensification des pratiques :

- "Faible" (note \geq 60, correspondant à un agrosystème particulièrement diversifié) : 6 exploitations ;
- "Modérée" (note comprise entre 50 et 60) : 5 exploitations ;
- "Plus forte" (note $<$ 50) : 5 exploitations.

Une stratification de l'échantillonnage a ensuite été calée sur ces trois classes de manière à obtenir un nombre égal de sites d'inventaire pour chacune des trois modalités d'intensification des pratiques. Une vingtaine de sites par modalité était souhaitée afin de garantir la robustesse des analyses à venir.



⁽²⁾ Les îlots PAC sont des ensembles de parcelles culturales contiguës, portant une ou plusieurs cultures, appartenant à une même exploitation. Géolocalisés dans le registre parcellaire graphique, ils servent de référence à l'instruction des aides de l'Union Européenne dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC).

⁽³⁾ Diagnostic Liant Environnement et Contrat Territoriaux d'Exploitation. Méthode de diagnostic agroenvironnemental permettant de décrire le système de production et d'évaluer l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement à l'échelle de l'exploitation mise au point par l'association SOLAGRO basée à Toulouse.

Comme unité statistique de l'étude, le secteur d'inventaire a été défini comme un disque de 400 m de rayon, soit une surface d'un peu plus de 50 ha. Cette configuration correspond au design d'autres études (Le Féon, 2010) et aux connaissances sur les distances de prospection des pollinisateurs.

Les papillons de jour peuvent avoir des aires de mobilité totalement différentes selon les espèces (Kuussaari et al., 2014 cité dans Haas, 2018). Ainsi, le choix s'est plutôt fait en fonction de l'écologie des bourdons. La littérature indique en effet un rayon minimal de 400 m dans leur quête de nourriture autour du nid avec une influence de la structure paysagère optimale autour de 750 m (Carvell et al., 2012 cité dans Haas, 2018).

Par automatisation sous SIG, les îlots PAC des exploitations participantes ont donc été équipés de disques de 400 m de rayon avec les deux conditions suivantes :

- que les secteurs positionnés soient sous influence du système diagnostiqué, en évitant, tant que faire se peut, les parcelles d'autres exploitations ainsi que les zones trop boisées ou hors milieu agricole ;
- qu'ils ne se recoupent pas afin d'assurer l'indépendance spatiale des observations.

Les îlots étant le plus souvent dispersés, de tailles et de formes très variables, le positionnement des secteurs d'inventaires sous ces conditions n'a abouti qu'à 62 sites possibles. Tous ont été retenus et l'échantillonnage a donc été exhaustif. Au cours de la mise en place sur le terrain, deux sites ont été écartés (l'un car inaccessible et l'autre trop boisé). Finalement, 60 secteurs ont pu être inventoriés : 22 sur des exploitations dont l'intensification des pratiques est faible, 18 où elle reste modérée et 20 où elle est plus forte (Fig. 1).

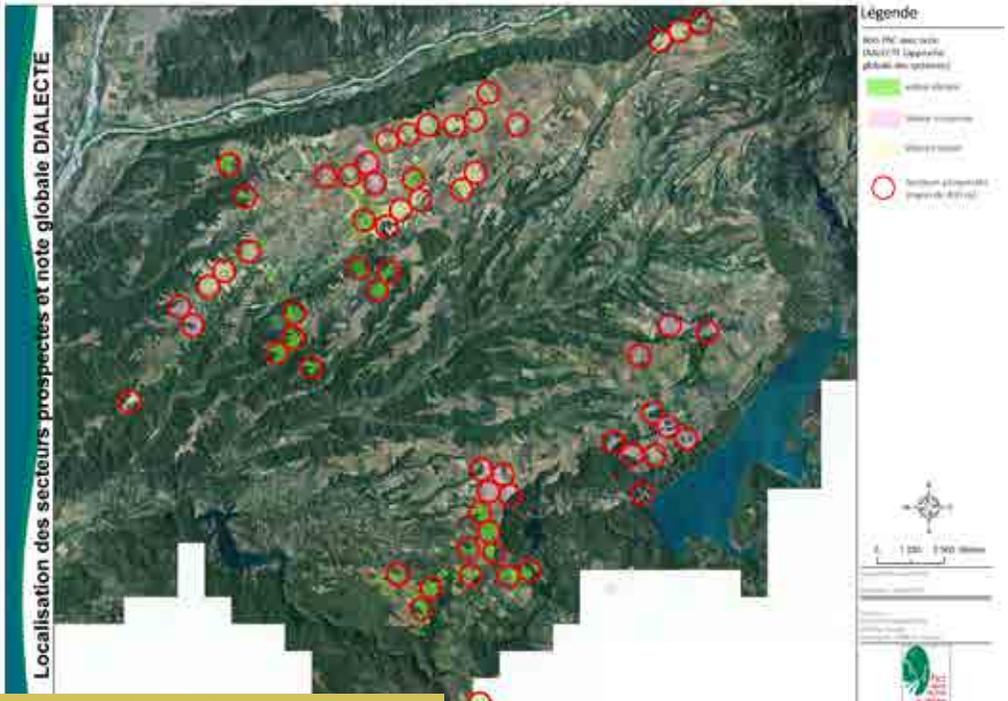
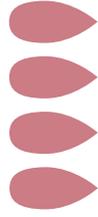


Figure 1 : Localisation des secteurs inventoriés

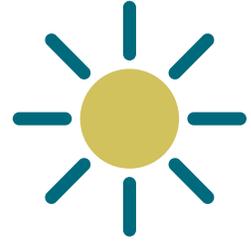
1.2. L'inventaire des pollinisateurs sauvages

Le protocole d'inventaire retenu s'inspire du protocole standardisé STERF (Suivi temporel des rhopalocères de France) mais a été adapté au contexte de l'étude. Ainsi, sur chaque secteur, le protocole a adopté la forme d'un « chrono-inventaire » le long d'un parcours libre empruntant les pistes agricoles, les bords de champs et les inter-rangs, sans aller-retour. Tout en évitant de piétiner les couverts, ce cheminement devait rester le plus proche possible du centre du secteur dont l'intensification des pratiques est connue et dont l'occupation du sol et la structure paysagère sera décrite. Un point GPS enregistré toutes les 5 minutes a permis de géo-localiser les parcours lors du premier passage. Ils ont ainsi pour la plupart été réemployés par la suite.



Photo 5 : bordure de champ enherbée et fleurie, favorable aux insectes pollinisateurs - auteur: Dominique Chavy

Au sein de chaque secteur, les inventaires des bourdons et des papillons ont été réalisés l'un après l'autre. Ceci afin que l'observateur puisse pleinement se concentrer sur chacun des deux groupes de pollinisateurs successivement. Compte tenu de leur plus faible abondance attendue et d'un temps plus important nécessaire à leur repérage et leur capture, la durée d'inventaire des bourdons a été fixée à 20 minutes contre 10 minutes pour les papillons.⁽⁴⁾



La capture au filet à papillons a été utilisée pour échantillonner de façon active les pollinisateurs. Cette technique a été préférée à un piégeage passif (pièges à interceptions ou coupelles colorées) pour sa plus grande sélectivité et son moindre coût (Le Féon, 2010).

Après capture, les papillons ont été déterminés puis relâchés sur site. Pour les bourdons, une première pré-identification a été réalisée sur site sur la base de leurs patterns (fiche de l'Observatoire des bourdons). L'identification à l'espèce nécessite en revanche de conserver et préparer les bourdons capturés, pour une détermination ultérieure sous la loupe binoculaire.

Afin que ces prélèvements n'aient un impact négatif sur la communauté locale de bourdons, il a été convenu avec l'OPIE de ne conserver pas plus de 3 individus par pattern observé sur chaque secteur d'inventaire. Dans la pratique, ce taux de prélèvement n'a jamais été atteint.

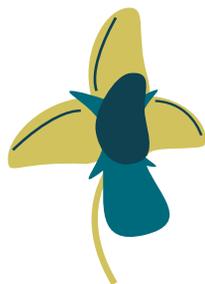
Afin de maximiser les chances de contact, les conditions météorologiques et d'horaires suivantes ont été fixées pour la prospection afin que celle-ci corresponde aux périodes de plus grande activité des pollinisateurs (Manil et al., 2007) : entre 10 h et 18 h, en l'absence de pluie ou d'une nébulosité totale, la vitesse du vent devant être inférieure à 30 km/h et la température d'au moins 13°C par temps ensoleillé et d'au moins 17°C par temps nuageux. Au cours de l'inventaire, la plage horaire d'observation a toutefois été revue. En effet, au fil de l'avancée dans la saison, les températures augmentant, les bourdons apparaissaient de moins en moins actifs en milieu de journée. Il a, ainsi, été décidé de se rendre plus tôt sur le terrain le matin et de ne plus prospecter l'après-midi.

Pour chaque parcours d'inventaire : l'heure de début de la prospection, la température, la couverture nuageuse et les conditions de vent ont été systématiquement enregistrées comme contrôles.

Afin de prendre en compte du mieux possible la phénologie des bourdons (émergence des reines, développement des colonies) et des papillons de jour (sortie des chrysalides ayant passé l'hiver, cycles de reproduction) ainsi que la variation saisonnière de leur ressource alimentaire, trois passages sur chacun des 60 secteurs d'inventaires étaient envisagés. Toutefois les intempéries successives des mois de mai et juin, peu propices à l'observation, ainsi que les moyens humains disponibles ont conduit à réajuster la pression d'inventaire et de limiter le protocole à un double passage.



⁽⁴⁾ Ces durées s'entendent comme celles du temps effectif d'observation, hors temps de capture et de conditionnement pour les bourdons ou d'identification sur le terrain pour les papillons.



1.3. La description de l'agro-environnement

L'occupation des parcelles de chaque secteur a été renseignée par un agent du Parc (Nicolas Martinez) qui s'est rendu sur le terrain pour vérifier le type de culture présente et mettre ainsi à jour l'information géographique des différents couverts agricoles sur la zone d'étude. Ce recensement permet d'illustrer les systèmes agricoles et le paysage échantillonnés par la zone d'inventaire (Tableau 1).

Poste	Fréquence (nb de secteurs)	Proportion (de la surface inventoriée)
Lavandin	55	26,4%
Boisement	53	20,8%
Céréales	49	12,8%
Légumineuses	39	10,0%
Prairies, jachères	45	7,0%
Autres PAPAM (saugé sclarée, ...)	20	4,7%
Garrigues, pelouses	36	4,1%
Bâti, routes, infrastructures	47	2,4%
Amandiers	7	2,2%
Terre nue	16	1,8%
Truffières	28	1,5%
Oliveraies	21	1,3%
Vignes	5	1,0%
Autres cultures (maraîchage, oléoprotéagineux, ...)	7	0,7%
Haies	19	0,4%
Eau	2	0,3%
Arbres isolés	30	0,1%
Non défini	27	2,6%
Total		100,0%

Tableau 1 : occupation du sol sur les 60 secteurs d'inventaire (3 014 ha)

Lors du premier passage, le contexte agro-environnemental de chaque secteur d'inventaire a également été décrit sur la base d'une fiche de terrain comportant trois grandes rubriques :

- l'occupation du sol (principale et secondaire) : types de cultures ou de milieux semi-naturels les plus représentés au sein du disque de 400 m de rayon que constitue la zone de prospection ;
- la présence d'éléments remarquables du paysage tels que les infrastructures agro-écologiques (IAE) : haies arbustives, haies arborées, haies mixtes, arbres isolés ;
- le témoignage des pratiques agricoles : enherbement des bordures de champs, des tournières⁽⁵⁾, des inter-rangs et des pieds d'arbres.

⁽⁵⁾ Tournière : bordure de la parcelle non couverte par la culture principale et utilisée pour les manœuvres des tracteurs.

Ainsi, à partir des données collectées sur le terrain, le protocole d'inventaire a permis d'acquies au final trois types de variables qui ont été synthétisées par secteur pour les analyses :

- les variables d'observation : elles décrivent les conditions météorologiques et d'horaire dans lesquelles l'inventaire s'est déroulé à chaque passage sur chaque secteur ;
- les variables agro-environnementales : elles décrivent le contexte agricole et paysager de chaque secteur d'inventaire ;
- les variables entomologiques (Tableau 2) : elles correspondent au bilan du comptage (abondance) et de l'identification (richesse spécifique) des bourdons et papillons de jour dans chaque secteur au terme de la campagne d'inventaire.

Variable	Type	Mesure
Variables d'observation		
avancée dans la saison	continue	nombre de semaines depuis le début de l'inventaire.
heure de collecte	continue	nombre d'heures écoulées après le lever du jour
vent	ordinaire	échelle d'intervalles considérant 4 modalités (1=pas de vent, 2=entre 0 et 15km/h, 3=entre 15 et 30 km/h, 4=plus de 30km/h)
couverture nuageuse	ordinaire	échelle d'intervalles considérant 5 modalités (1=null, 2=entre 0 et 25%, 3=entre 25 et 50%, 4=entre 50 et 75%, 5=plus de 75%)
température	continue	mesurée pour chaque secteur
Variables agro-environnementales		
Pratiques agricoles		
Note DIALECTE	continue	note globale attribuée ^a par le diagnostic DIALECTE de 2015 aux parcelles incluses dans le secteur d'observation.
Intensification des pratiques	nominale	3 classes ont été considérées ("faible"= regroupant les notes DIALECTE ≥ 60, "modérée"= regroupant les notes comprises entre 50 et 60, "plus forte"= regroupant les notes < 50)
Gestion des bordures	ordinaire	Indice sommatif basé sur la présence de bordures et/ou tournières enherbées (1=aucune, 2=l'une ou l'autre, 3=les deux)
ENHERBEMENT	ordinaire	Indice sommatif de la présence d'enherbement sur les bordures, tournières, inter-rangs et pieds d'arbres sur 5 points.
Types de cultures		
LAVANDIN	binaire	présence (0/1) de champs de lavandin dans le secteur.
LEGUMINEUSES	binaire	présence (0/1) de champs de légumineuses fourragères (sainfoin, luzerne, trèfle,...) dans le secteur.
CEREALES	binaire	présence (0/1) de champs de céréales dans le secteur.
Structure du paysage		
Importance des IAE	ordinaire	indice sommatif de la présence de haies arbustives, haies arborées, haies mixtes, alignement d'arbres et arbres isolés sur 6 points.
BOIS et GARRIGUES	binaire	présence (0/1) d'espace semi-naturels boisés dans le secteur.
Variables entomologiques		
Abondance bourdons	discrète	nombre total de bourdons contactés dans chaque secteur à l'issue du double passage.
Abondance papillons	discrète	nombre total de papillons de jours contactés dans chaque secteur à l'issue du double passage.
Richesse spécifique des bourdons	discrète	nombre d'espèces différentes identifiées dans chaque secteur.
Richesse spécifique des papillons	discrète	nombre d'espèces différentes identifiées dans chaque secteur.

^a une pondération en fonction de leurs surfaces respectives a été appliquée lorsque des parcelles de notes différentes étaient incluses dans le même secteur. Pour les exploitations qualifiées à dire d'expert, la note moyenne de leur classe a été attribuée arbitrairement à leurs parcelles.

Tableau 2 : liste des variables de l'étude.

2. ANALYSES ET RÉSULTATS

2.1. Bilan opérationnel de l'inventaire

La campagne d'inventaire s'est étalée du 19 avril au 25 juillet 2018, soit sur 14 semaines (Cf. Figure 3). Au total, la collecte des données en double passage a nécessité 38 jours de terrain à raison, en moyenne, de 3,16 secteurs (écart-type= 1,41) prospectés par jour (en général 2 à 4). Le premier passage s'est déroulé du 19 avril au 12 juin et le second du 1^{er} juin au 25 juillet. L'intervalle entre les deux inventaires d'un même secteur a varié de 4 à 10 semaines, il a été en moyenne de 7,54 semaines (écart-type= 1,23).

L'effort de prospection a reposé à 90 % sur la stagiaire, Delphine Haas, et 79 % des observations ont été réalisées par un unique observateur. Hors phase préparatoire, la campagne d'inventaire a ainsi représenté l'équivalent de 50 jours-observateurs.

Les modèles de détectabilité⁽⁶⁾ testant l'influence des conditions d'observation sur l'abondance de la collecte des pollinisateurs mettent en évidence les effets significatifs suivants :

- une influence négative de l'avancée de la saison et de la température pour les bourdons, ainsi que, dans une moindre mesure, celle d'un temps venteux ;
- une influence positive, au contraire, de l'avancée dans la saison pour les papillons de jour, ainsi qu'une influence négative de la couverture nuageuse.

Ces retours permettent de justifier a posteriori les conditions météorologiques et d'horaires adaptés au cours de l'inventaire, notamment le recalage vers les heures les plus fraîches dans la seconde partie de la campagne.

D'un point de vue pratique, des tablettes équipées de l'application WEB-SIG mobile Dynmap ont été utilisées sur le terrain pour la saisie des données. Leur enregistrement dans une base cartographique, leur synchronisation une fois de retour au bureau et la possibilité d'export sous différents formats a grandement facilité la gestion des données de l'étude.



Photo 6 : tournière de lavandin semée avec une légumineuse - auteur : Dominique Chavy

⁽⁶⁾ Résultats non présentés dans cette synthèse, mais voir Haas, 2018.

2.2. Bilan de l'inventaire des bourdons

2.2.1. Le cortège des bourdons en milieu agricole

Au total, 181 bourdons ont été contactés à l'issue de l'inventaire. Après détermination, ces individus appartiennent à 6 espèces ou sous-espèces différentes dont une domine très largement le cortège. Il s'agit de l'abeille charpentière (*Xylocopa violacea*) qui représente 77,3 % des observations (Figure 2).

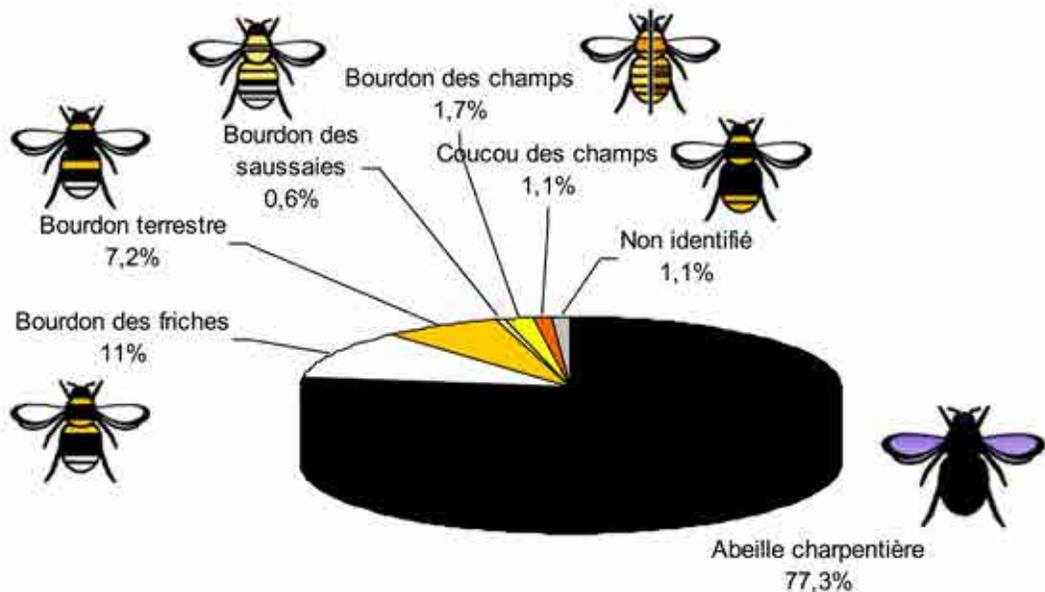


Figure 2 : les différents bourdons contactés lors de l'inventaire.



La distribution temporelle des observations montre que les reines n'ont été capturées que lors du premier passage et que les individus observés et capturés ont connu une hausse régulière entre la mi-mai et la mi-juin. Passé cette période, le nombre d'individus observés a stagné et l'adaptation des heures de prospection à la forte hausse des températures n'y a rien changé.

Le calendrier de l'inventaire (Figure 3) paraît donc avoir été bien calé avec la phénologie des bourdons (émergence des reines, développement des colonies) et cette stagnation des observations lors du second passage tend à montrer qu'un troisième passage n'aurait pas été nécessaire.

À l'issue du double passage, la présence de bourdons (abeilles charpentrières ou autres espèces) a été constatée dans 78,3 % des secteurs inventoriés, les abondances locales variant de 0 à 27 individus, pour une moyenne de 3,02 (écart-type= 4,71) par secteur. Ce qui reste faible pour une durée d'inventaire de 2 x 20 minutes.

La richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces distinctes présentes conjointement, est le plus souvent minimale. Elle varie pour les secteurs occupés de 1 à 3 pour une moyenne de 1,05 (écart-type = 0,77). L'abeille charpentrière est l'espèce la plus fréquemment présente.

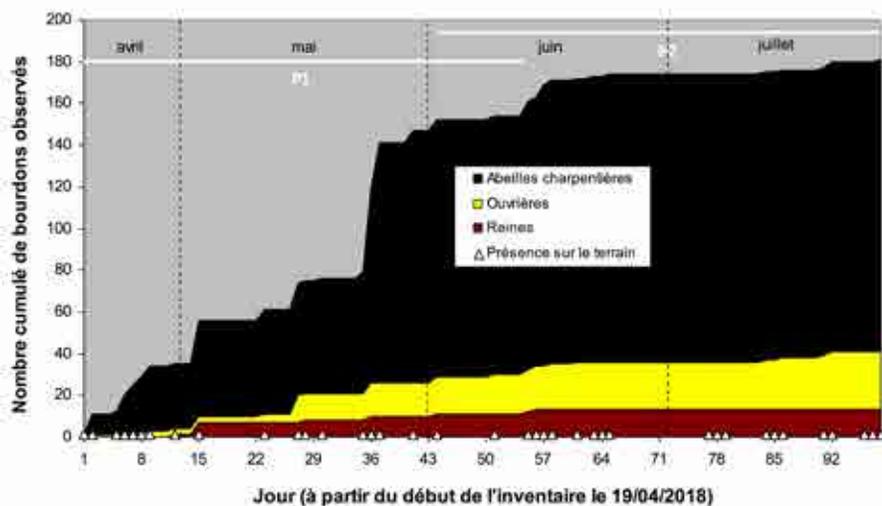


Figure 3 : calendrier et calage phénologique de l'inventaire.

2.2.2. Influence des systèmes agricoles et des paysages sur les bourdons

Les premières analyses ont consisté à comparer l'abondance et la richesse spécifique des bourdons entre les 3 classes d'intensification des pratiques. Dans un second temps, les effets propres (c'est-à-dire estimés séparément) et les effets conjoints des différentes variables agro-environnementales disponibles (pratiques agricoles, types de cultures, structure du paysage) ont été testés.

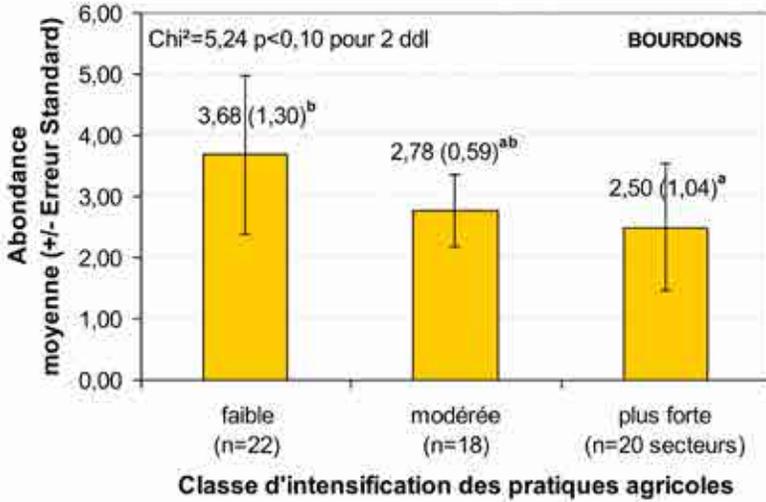
La distribution des abondances comme des richesses spécifiques des pollinisateurs inventoriés présentent à la fois des variations importantes entre les secteurs et un grand nombre de faibles valeurs (notamment en ce qui concerne les bourdons). Dans le cadre du modèle linéaire généralisé, la régression de Poisson est particulièrement adaptée à la modélisation de ce type de variables discrètes issues de comptage. Elle a donc été employée dans tous les modèles ci-dessous.

Une des conditions importantes de l'emploi de cette méthode est l'absence de sur-dispersion, c'est-à-dire d'une variance trop forte de la variable réponse par rapport à celle attendue en théorie. Cette condition a été vérifiée pour chaque modèle (test de Cameron et Trivedi). Le cas échéant, la prise en compte du facteur de dispersion par la méthode quasi-Poisson a été appliquée. L'ensemble des analyses a été effectué sous R (R commander version 3.5.1).

Ainsi, en moyenne, les bourdons sont significativement plus abondants dans la modalité "faible" (notes DIALECTE les plus élevées) que dans la modalité "plus forte" d'intensification des pratiques (notes DIALECTE les plus basses), la modalité "modérée" présentant un niveau intermédiaire ne se distinguant ni de l'une ni de l'autre (Figure 4a).



a



b

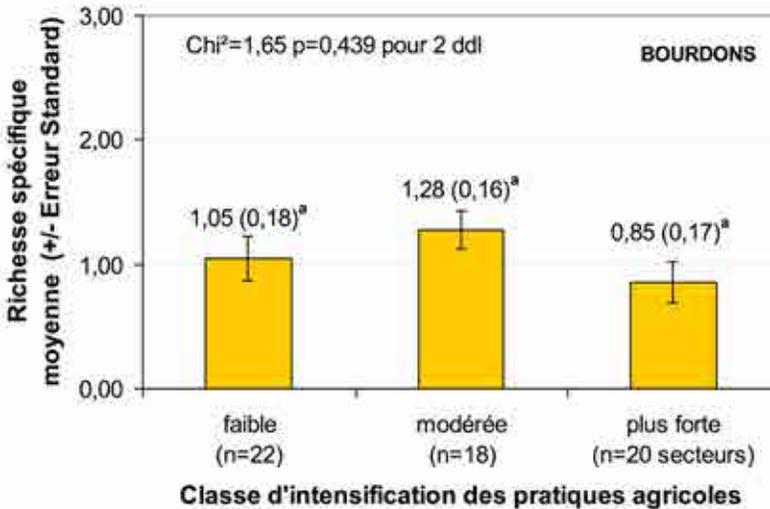


Figure 4 : les différences d'abondance (a) et de richesse spécifique (b) des bourdons entre les 3 classes d'intensification des pratiques agricoles.

Les différences entre les classes ont été testées par la régression de Poisson. Les conditions de dispersion sont acceptables. Un test composite (Chi² du rapport de vraisemblance) évalue la significativité globale du modèle. Des lettres différentes en exposant indiquent une différence significative entre les modalités au seuil de 5 %.

En revanche, aucune différence entre les classes d'intensification des pratiques n'est mise en évidence en ce qui concerne la richesse spécifique des bourdons (Figure 4b). Celle-ci s'est, il est vrai, avérée très faible sur presque tous les secteurs d'inventaires.

Ces premiers résultats démontrent que, sur le plateau de Valensole, les bourdons sont plus abondants dans les systèmes agricoles les moins intensifs. Autrement dit, la diversité des habitats et/ou la ressource alimentaire disponible associée à ces milieux apparaissent plus favorables aux bourdons.

Le diagnostic DIALECTE étant une variable synthétique résultant du croisement de nombreux indicateurs, il était intéressant de rechercher par la suite parmi les variables agro-environnementales disponibles lesquelles expliquaient le mieux l'abondance des bourdons.

Un modèle intégrant 6 variables⁽⁷⁾ décrivant à la fois le contexte agricole et la structure du paysage a été estimé afin d'évaluer leurs effets conjoints sur l'abondance des bourdons (Tableau 3). Ce modèle est très significatif ($\text{Chi}^2= 60,20$, $p<0,001$ pour 6 ddl) et explique 22,0 % de la variance (pseudo $R^2= 0,220$) de l'abondance. Compte tenu du grand nombre de facteurs pouvant influencer l'abondance locale des bourdons, ce niveau d'explication est très satisfaisant pour tester les hypothèses considérées.

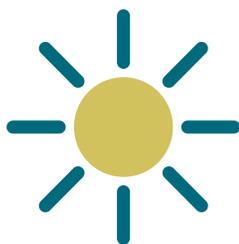
Variable	Coefficient (ES)	Test Poisson	sig.
(constante)	-0,60 (0,51)	-1,19	
Intensification des pratiques			
Note DIALECTE	0,02 (0,01)	2,97	**
ENHERBEMENT	-0,11 (0,07)	-1,44	
Type de cultures			
LAVANDIN	0,22 (0,16)	1,33	
LEGUMINEUSES	0,97 (0,17)	5,74	***
CEREALES	-0,05 (0,20)	-0,28	
Structure paysagère			
Importance des IAE	0,13 (0,07)	1,89	°
Significativité du modèle :	Chi ² (ddl)	60,20 (6)***	
Pouvoir explicatif :	pseudo-R ²	0,22	
Conditions de dispersion :	acceptables		

n=60 secteurs

° $p<0,10$ * $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

Tableau 3 : test des effets conjoints de l'agro environnement sur l'abondance des bourdons.

Pour chaque variable, le signe du coefficient de régression qui lui est associé indique le sens (négatif ou positif) de son effet. Un test (Chi^2 de Wald) permet d'établir la significativité de l'effet, c'est-à-dire la probabilité qu'il n'est pas nul.



Plusieurs variables présentent un effet significatif sur l'abondance des bourdons :

- Ainsi, la note DIALECTE des parcelles (qui croît avec une moindre intensification des pratiques) ($p<0,01$), la présence de champs de légumineuses ($p<0,001$) et, dans une moindre mesure, l'importance des IAE ($p<0,10$) ont une influence significative positive sur l'abondance des bourdons.

- L'effet le plus fort est celui de la présence de légumineuses cultivées (Tableau 3).

⁽⁷⁾ Leur nombre a été limité pour tenir compte de l'effectif statistique disponible (n=60) en maintenant un ratio variable/observations d'au moins 1 pour 10.

Ces résultats confirment l'influence positive d'une moindre intensification des pratiques agricoles et vont dans le sens de l'hypothèse d'une plus grande disponibilité de la ressource alimentaire (légumineuses) et d'une plus grande diversité d'habitats (IAE) pour les bourdons. À noter que les deux principales cultures du plateau (lavandin et céréales) n'ont, elles, pas d'effet direct significatif sur l'abondance des bourdons. Par ailleurs, le niveau d'enherbement des bordures, des tournières, des inter-rangs en lavandin ou des vergers, que l'on suppose favorable aux insectes pollinisateurs sauvages, ne démontre pas d'effet positif non plus et est même associé négativement à l'abondance des bourdons, ce qui n'est pas sans poser question. Une première réponse pouvant expliquer ce résultat étonnant, est avancée dans la partie « Discussion ».

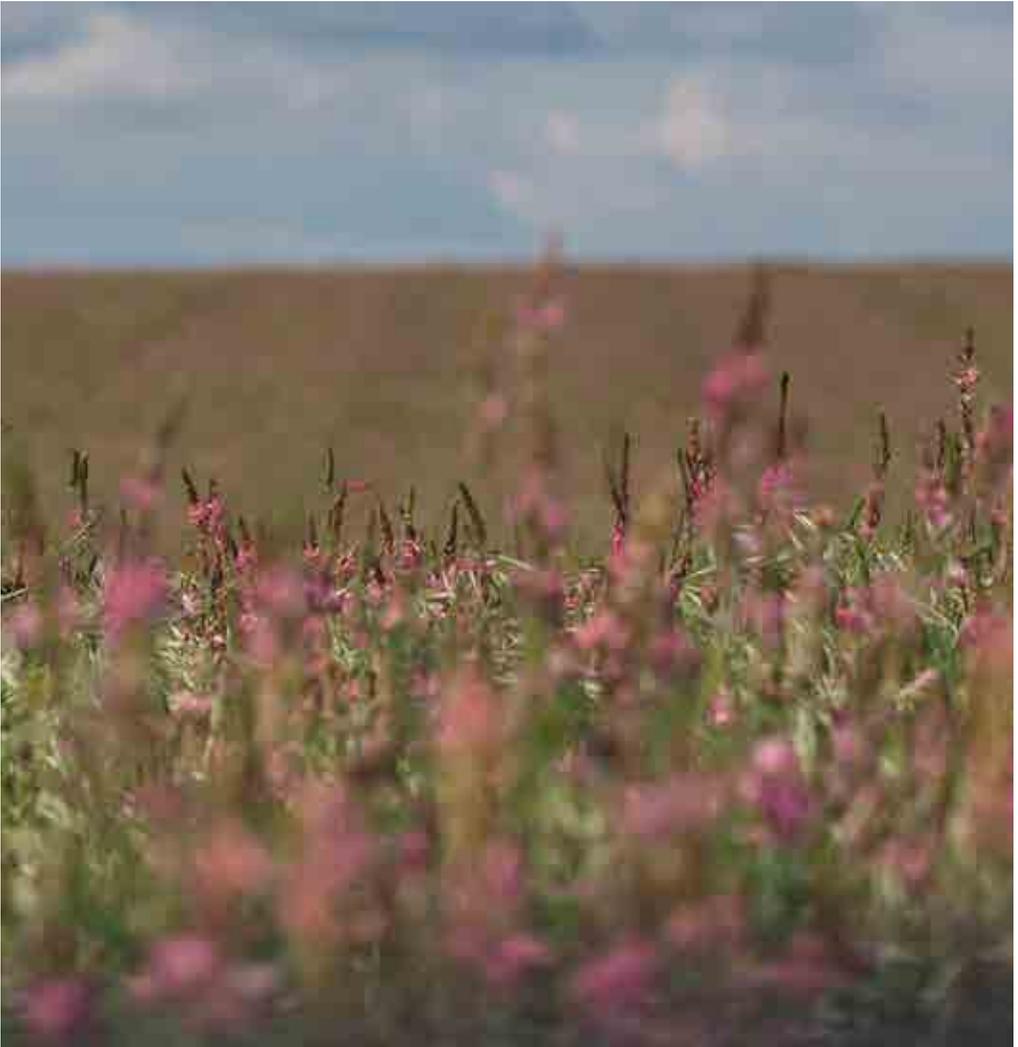
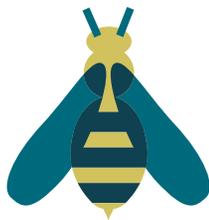


Photo 7 : le sainfoin, un couvert attractif pour les bourdons - auteur : Dominique Chavy

L'examen des résultats des tests univariés estimant l'effet propre de chaque variable confirme les résultats ci-dessus à l'exception des céréales dont l'effet propre apparaît significativement négatif ($p < 0,05$) lorsqu'il est considéré seul. Ils mettent également en évidence, par ailleurs, un effet positif significatif ($p < 0,01$) de l'abondance locale de papillons sur l'abondance des bourdons. Il est intéressant de relever ainsi que ce qui est favorable pour les papillons semble l'être aussi pour les bourdons.



2.3. Bilan des papillons

Le parti pris de départ était de s'appuyer sur deux groupes d'indicateurs (bourdons et papillons de jour) plutôt que sur un seul (bourdons), afin de se donner les conditions d'une prise de recul plus importante dans l'analyse des résultats et disposer également d'un "filet de sécurité" dans le cas où un des inventaires aurait été confronté à des difficultés de mise en œuvre. Dans la mesure du possible, il est également préférable de s'appuyer sur plusieurs espèces ou groupes d'espèces bio-indicatrices de la qualité d'un écosystème, quand il s'agit d'analyser les effets de l'environnement sur ces derniers. En effet, le fonctionnement des agrosystèmes étant complexe, on ne peut exclure des interactions entre certaines variables environnementales et une influence qui pourra être différente suivant les taxons étudiés. Ce double regard permet ainsi une approche un peu plus réaliste de la complexité du fonctionnement d'un agrosystème et de son état de santé.

2.3.1. Le cortège des papillons de jour en milieu agricole

La présence, l'abondance et la richesse spécifique des papillons de jour se sont avérées beaucoup plus importantes que celles des bourdons. Au total, à l'issue des deux passages de l'inventaire, 959 individus de 46 espèces différentes ont été contactés et des papillons ont été observés sur tous les secteurs inventoriés. Comme pour les bourdons, toutes ces observations ont alimenté le SIT FAUNE, système d'information territorial partagé par plusieurs parcs du sud de la France et qui regroupe toutes les observations de faune ponctuelles ou issues d'inventaires.

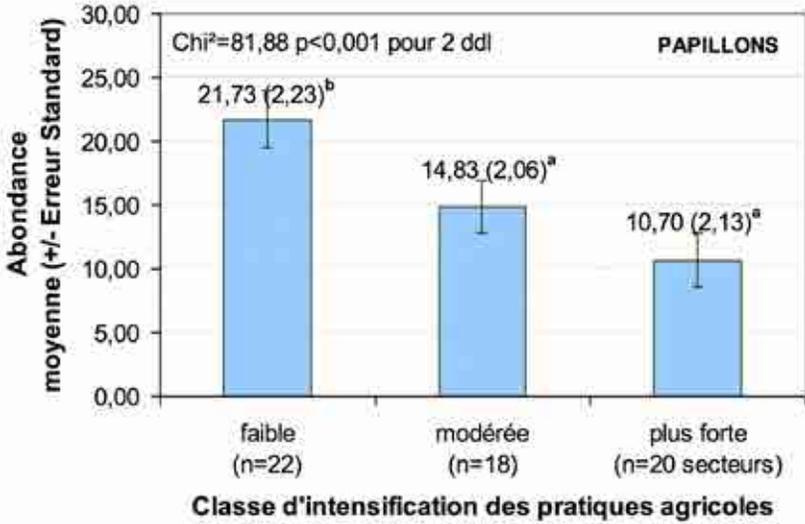
2.3.2. L'influence des systèmes agricoles et des paysages sur les papillons de jour

Les résultats des analyses de l'abondance et de la richesse spécifique locale des papillons de jour sur le plateau de Valensole confirment et appuient ceux obtenus pour les bourdons.

Ainsi, en moyenne, les papillons sont significativement plus abondants dans la classe "faible" que dans les deux autres classes d'intensification des pratiques ("modérée" et "plus forte") établies à partir du diagnostic d'exploitation DIALECTE (Figure 5a). En ce qui concerne la richesse spécifique des papillons, les 3 classes se distinguent significativement et présentent des niveaux croissants avec une moindre intensification des pratiques (Figure 5b). Plus l'agrosystème est diversifié et équilibré dans son triptyque agronomique/économique/écologique, plus il y a de papillons et plus leur diversité augmente.



a



b

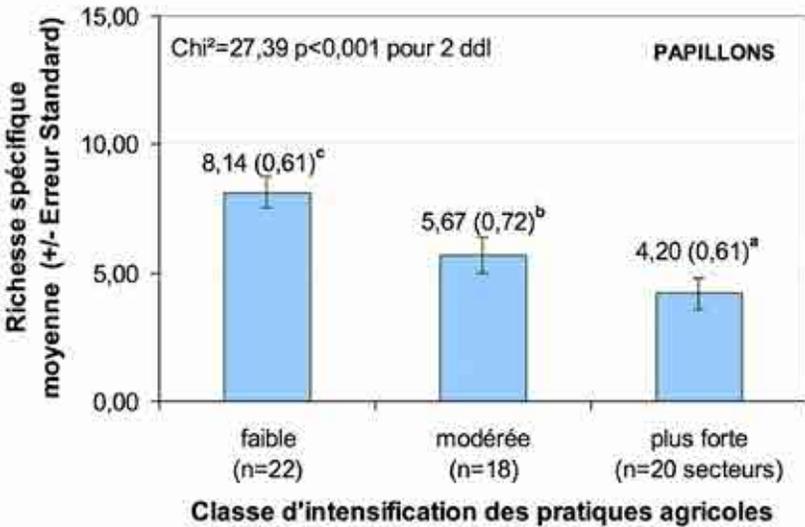
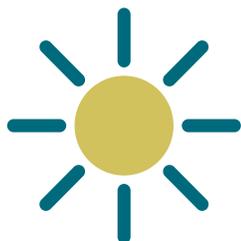


Figure 5 : les différences d'abondance (a) et de richesse spécifique (b) des papillons de jour entre les 3 classes d'intensification des pratiques agricoles.

Les différences entre les classes ont été testées par la régression de Poisson. Les conditions de dispersion étant trop fortes, la correction quasi-Poisson a été appliquée. Un test composite (Chi² du rapport de vraisemblance) évalue la significativité globale du modèle. Des lettres différentes en exposant indiquent une différence significative entre les modalités au seuil de 5 %.



Le modèle complet évaluant les effets conjoints du contexte agricole et de la structure du paysage (Tableau 4) est très significatif ($\chi^2 = 124,73$ $p < 0,001$ pour 6 ddl) et explicatif (pseudo $R^2 = 0,283$) de l'abondance des papillons.

Plusieurs variables présentent un effet significatif sur l'abondance des papillons :

- Ainsi, la note DIALECTE (qui croît avec une moindre intensification des pratiques) a une influence positive ($p < 0,01$) sur l'abondance des papillons ;
- Au contraire, la présence de champs de lavandin a une influence négative ($p < 0,05$) (Tableau 4).
- À noter que la présence de champs de légumineuses n'a pas, comme sur les bourdons, d'effet significatif sur l'abondance des papillons.

Variable	Coefficient (ES)	Test quasi-Poisson	sig.
(constante)	1,28 (0,23)	2,26	*
Intensification des pratiques			
Note DIALECTE	0,02 (0,00)	2,97	**
ENHERBEMENT	0,07 (0,03)	0,94	
Type de cultures			
LAVANDIN	-0,36 (0,07)	-2,10	*
LEGUMINEUSES	-0,19 (0,08)	-1,01	
CEREALES	0,04 (0,08)	0,23	
Structure paysagère			
Importance des IAE	0,09 (0,03)	1,19	
Significativité du modèle :	Chi ² (ddl)	123,74 (6)***	
Pouvoir explicatif :	pseudo-R ²	0,28	
Conditions de dispersion :	trop fortes, correction appliquée		

n=60 secteurs

° $p < 0,10$ * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Tableau 4 : test des effets conjoints de l'agroenvironnement sur l'abondance des papillons de jour.

L'examen des tests univariés évaluant les effets propres de chacune des variables révèle par ailleurs une influence positive significative au seuil de 10 % de l'importance des d'infrastructures agro-écologiques (haies, arbres isolés) et de l'enherbement sur l'abondance des papillons.



3. DISCUSSION

En premier lieu, le faible nombre de bourdons observés interroge. Même en grandes cultures dont on peut supposer qu'elles ne sont pas les plus favorables aux pollinisateurs sauvages, la collecte d'un plus grand nombre de bourdons était attendue. Plusieurs explications peuvent être avancées pour expliquer ces résultats décevants.

Les intempéries du début de printemps ont pu impacter des colonies de bourdons.

En effet, les reines, après leur sortie d'hibernation, cherchent un site de nidification dans les vieux murs mais surtout dans d'anciens terriers ou sous des touffes denses de végétations (Rasmont, 1988 cité dans Haas, 2018). Or, le plateau de Valensole a subi de violentes pluies durant plusieurs jours en mai et juin, ayant pu détruire les jeunes colonies souterraines. Ces intempéries ont pu aussi empêcher la reine et les ouvrières de ravitailler suffisamment le nid, affaiblissant ce dernier jusqu'à causer sa perte en cas de disette prolongée.

Par la suite, les températures du mois de juillet ont été particulièrement élevées ne favorisant pas la sortie des ouvrières survivantes, réduisant ainsi les chances de captures lors de l'inventaire. Enfin, l'extrême sécheresse et les fortes chaleurs de 2017 ont vraisemblablement eu un impact négatif sur la survie des colonies, le taux de naissance des sexués (mâles, nouvelles reines) ; ainsi que le nombre de reines qui doivent hiberner à la fin de l'été pour développer une colonie l'année suivante. Ces effets de régressions, voire d'extinctions locales dues à des épisodes caniculaires, ont été documentés (Rasmont & Isertyb, 2012 ; Gilman et al., 2012).

Ces intempéries n'ont pas affecté, ou dans une moindre mesure, les abeilles charpentières observées en plus grand nombre, ces dernières ne nichant pas dans le sol mais dans du vieux bois. De plus, ces dernières ont une longue langue qui leur permet d'explorer les corolles les plus profondes. Les Fabacées indigènes sont ainsi réputées attractives de même que les sauges (Livory, 2002 cité dans Haas, 2018). Ces dernières sont d'ailleurs présentes sur le territoire étudié et occupent largement le paysage du plateau de Valensole, notamment la Sauge sclarée. Il s'est avéré que de nombreuses abeilles charpentières butinaient ces sauges, en fleurs lors des phases d'inventaires.



Photo 8 : amandier en fleurs. La floraison des amandiers apporte une ressource appréciable pour les pollinisateurs sauvages et les abeilles domestiques sur le plateau de Valensole - auteur : Dominique Chavy



Toutefois, on ne peut également exclure la présence de conditions globalement peu favorables aux bourdons sur le plateau, principalement agricole et dont la majorité des surfaces cultivées sont pauvres en ressource nectarifère (ex : cultures de lavandin et de blé dur). Fait étonnant malgré tout, Delbecq (1997 - cité dans Haas, 2018) affirme que « la recherche du nectar, les conditions climatiques, la morphologie des bourdons et celle de la plante font des bourdons les principaux pollinisateurs sauvages des plantes du genre *Lavandula*. » Or, le présent inventaire ne confirme pas cette observation, voire tend à montrer un effet négatif de la présence de champs de lavandin, aussi bien sur l'abondance des bourdons que des papillons de jour. On peut alors se demander si les pratiques menées globalement sur le lavandin du plateau de Valensole en 2018 sont adaptées aux pollinisateurs et, si ça n'est pas le cas, quelles en seraient les raisons ?

Une explication complémentaire est peut-être aussi à rechercher dans la présence de nombreux ruchers d'abeilles domestiques installées sur le plateau de Valensole pendant la saison du lavandin.

Des études suggèrent en effet qu'une concurrence est possible pour les ressources florales et les sites de nidification lorsqu'il y a une forte introduction d'espèces exogènes. En effet, Walther-Hellwig et al. (2006 - cité dans Haas, 2018) ont montré qu'une concentration trop élevée d'*Apis mellifera* provenant de ruches domestiques peut avoir un impact majeur sur les bourdons, notamment en les déplaçant de leurs zones de ressources alimentaires. De plus, cela peut entraîner une réduction de la taille des ouvrières de bourdons ainsi qu'une réduction de leur succès de reproduction. Thomson (2006 - cité dans Haas, 2018) a également constaté un fort chevauchement entre les préférences alimentaires des deux espèces, chevauchement qui culmine à la fin de la saison lorsque les ressources florales sont devenues rares, suggérant ainsi une relation négative entre l'abondance des abeilles et des bourdons.

Enfin, il avait été demandé aux observateurs de relever la présence d'enherbement (bord des pistes, tournières, inter-rangs des parcelles de lavandin, vergers...), formulant l'hypothèse que cet enherbement pouvait rendre les cultures plus attractives pour les bourdons et papillons de jour.

Si cette attractivité ressort un peu pour les papillons, l'effet n'a pu être démontré pour les bourdons. Plusieurs explications, là encore, peuvent être avancées. En premier lieu, il faut garder en mémoire que le nombre de papillons observés a été beaucoup plus important, permettant sans doute de mieux mettre en évidence un impact positif de l'enherbement sur les papillons de jours, resté trop peu perceptible pour les bourdons en raison du faible nombre d'observations.

Un autre biais pouvant entrer en ligne de compte est dû à l'appréciation même de l'enherbement sur le terrain par l'observateur. Avec le recul post-inventaire, celle-ci a été trop peu discriminante. Il s'avère que la définition de l'enherbement n'a pas été suffisamment bien cadrée, pouvant donner lieu à des perceptions différentes ou, en tout état de cause, à une disparité dans la façon d'appréhender et de qualifier cet enherbement. Si cet inventaire doit être reconduit à l'avenir, ce point devra être revu. Par ailleurs, même si cette pratique se développe, les champs de lavandin aux inter-rangs enherbés ne constituent pas la majorité des pratiques culturales pour le lavandin.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Malgré des conditions climatiques difficiles, cet inventaire des bourdons et papillons de jour mené à l'échelle de 16 exploitations agricoles du plateau de Valensole a mis en évidence que les secteurs où l'intensification des pratiques est la plus faible attirent une abondance plus élevée de bourdons et de papillons. Il a également montré que la présence des légumineuses a un effet positif très net sur l'abondance des bourdons.

Les résultats soulignent par ailleurs la pertinence de la méthode DIALECTE et de l'indicateur de synthèse retenu pour décrire le degré d'intensification d'un système agricole. Des résultats d'études similaires en France montrent que c'est un indice pertinent, notamment pour évaluer les impacts des pratiques agricoles sur la biodiversité (Vergez. & Bortsmeyer, 2013).

À l'avenir, il serait intéressant de reconduire cet inventaire dans des conditions climatiques - on l'espère - plus optimales, permettant de consolider ou prendre davantage de recul sur ces premiers résultats. Par ailleurs, ce type d'inventaire pourrait être étendu à d'autres entités agricoles sur le territoire du Parc, en cherchant par exemple à évaluer la diversité et l'abondance des bourdons entre systèmes de grandes cultures et des paysages agricoles davantage bocagers et prairiaux.

Pour mieux évaluer l'effet de l'enherbement sur la biodiversité et notamment les pollinisateurs sauvages, il pourrait être intéressant de mener également une étude ciblée aux champs de lavandins, en fonction de la gestion de leurs inter-rangs.

Enfin, les pollinisateurs désertant certaines campagnes et étant contraints de plus en plus d'exploiter des biotopes de substitution, en périphérie des villages ou d'habitations, là où les fleurs sont abondantes, une étude comparative sur l'abondance et la diversité des bourdons observés dans les jardins partagés ou familiaux dans ou au pied des villages, serait particulièrement intéressante.



Photo 9 : dans les espaces en grandes cultures, les haies et lisières forestières constituent également des habitats favorables pour les insectes pollinisateurs - auteur Dominique Chavy.

BIBLIOGRAPHIE

GADOUM S. & ROUX-FOUILLET J.-M., 2016. *Plan national d'actions «France Terre de pollinisateurs» pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages*, Office Pour les Insectes et leur Environnement - Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. 136 p.

HAAS D., 2018. *Influence des systèmes agricoles et des paysages du plateau de Valensole sur les pollinisateurs sauvages (bourdons et papillons de jour)*, mémoire de Master 2 Gestion et Conservation de la Biodiversité - Université de Bretagne occidentale, Parc naturel régional du Verdon, 58 p.

HOUARD X. & JAULIN S. (coord.) 2018 - Plan national d'actions en faveur des « Papillons de jour » - Agir pour la préservation de nos lépidoptères diurnes patrimoniaux 2018-2028. Office pour les insectes et leur environnement - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes - Ministère de la Transition écologique et solidaire : 64 p.

LE FÉON V., 2010. *Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles : approche pluri-échelle du rôle des habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles*, thèse de l'Université Rennes 1, 253 p.

MANIL L., LERCH A. & EDELIST C., 2007. *Suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF)*, Association des Lépidoptéristes de France (ALF).

MASSETI J. & WROZA S., 2018. *Menaces sur le Vivant, quand la nature ne peut plus suivre, bilan 2018 de l'état de la biodiversité en France*, Agence Française pour la Biodiversité : Observatoire National de la Biodiversité, 6 p.

MICHEZ D. & VEREecken N.J., 2019. "Le déclin des abeilles d'Europe", *Espèces*, n° 31, pp 52-55.

PAUL J.-P., 2019. "Vipère, la pacifique", *La Salamandre*, n° 252, pp. 23-47.

SOLAGRO, 2012. *ECODIAG DIALECTE : Manuel d'évaluation des impacts de l'exploitation sur son environnement - version 3*, 44 p.

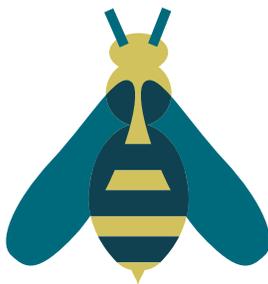
VERGEZ A. & BORTZMEYER M., 2013. *Analyse d'un indicateur « biodiversité » pour les produits agricoles, dans le cadre de l'affichage environnemental*, Commissariat général du développement durable. 20 p.

Sites internet :

Observatoire des bourdons : <http://www.observatoire-asterella.fr>

Solagro, méthode DIALECTE : <http://dialecte.solagro.org>

Plan national d'actions " France terre de pollinisateurs " : <https://pollinisateurs.pnaopie.fr/plan-national/>



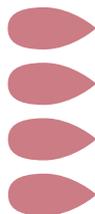


LES ORTHOPTÈRES ET MANTES DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON : LISTE D'INVENTAIRE, ATLAS CHOROLOGIQUE, ENJEUX DE CONSERVATION

Auteur de l'article :

• Yoan BRAUD, expert entomologiste

Sur la base d'un jeu de données conséquent (6074 observations, principalement contemporaines), une liste de 116 espèces d'orthoptères et 4 espèces de mantes répertoriées à l'échelle du Parc naturel régional du Verdon est dressée. Au sein de ce riche peuplement, les espèces représentant les plus forts enjeux de conservation s'avèrent principalement liées aux habitats de pelouses sèches rocailleuses. *Perlamantis alliberti* (la mante-perle, décrite à Puimoisson il y a près de 2 siècles et plus jamais revue au sein du Parc depuis), *Prionotropis azami* (le criquet-hérisson, endémique des piémonts sud-alpins et protégé en France) et *Gampsocleis glabra* (le dectique des brandes, sauterelle caractéristique des paysages steppiques) constituent d'emblématiques représentants de ce cortège très diversifié.



MOTS CLÉS : ORTHOPTÈRES (CRIQUETS, SAUTERELLES, GRILLONS, COURTILIÈRES), MANTES, VERDON, ENJEUX DE CONSERVATION

Photo 1 : le criquet noir-ébène, femelle - auteur : Dominique Chavy

1. CONTEXTE

Les orthoptères (criquets, sauterelles, grillons et courtilières) sont des insectes fréquentant majoritairement des milieux ouverts (pelouses et prairies, zones humides, rocailles...). En France, quelques espèces sont cependant arbusticoles ou arboricoles, voire troglodites. Très bons intégrateurs de la structure végétale et des conditions édaphiques en général (à l'inverse des papillons, ils sont rarement liés à des plantes hôtes), les orthoptères sont souvent des phytophages à large spectre, très réactifs aux changements de l'environnement. Leur omniprésence dans nos paysages, leur taille généralement assez grande pour des insectes, et l'activité acoustique qui les caractérise en font un groupe d'insectes désormais relativement bien connu, et concerné par différents documents de bio-évaluation (listes de protection, listes rouges...).

Le groupe des mantes concerne un nombre beaucoup plus restreint d'espèces strictement insectivores, souvent intégrées aux inventaires orthoptériques, du fait d'habitats et de mode de détection similaires.

La diversité des paysages et habitats représentés au sein du Parc naturel régional du Verdon (plateau de Valensole, rivières, lacs et gorges du Verdon ou de l'Artuby, plaines et collines forestières du Haut-Var, Préalpes de Digne culminant à 1930 mètres d'altitude et de Castellane culminant à 1715 mètres, plateau aride de Canjuers...) permet l'expression d'une forte diversité entomologique, s'illustrant notamment au travers du peuplement orthoptérique.



2. MÉTHODE

La présente synthèse repose sur un recueil préliminaire d'observations d'orthoptères et mantes sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon, légèrement élargi à certaines communes adjacentes, sorties du Parc lors du renouvellement de la Charte en 2008 (Brunet, Artignosc-sur-Verdon, Baudinard-sur-Verdon, Montmeyan) ou concernées par le SAGE Verdon animé par le Parc (notamment les communes de Thorame-Basse et Thorame-Haute). Ce recueil a été limité à des ressources facilement accessibles dans le délai imparti. Il est donc partiel et préliminaire, mais se veut être représentatif du niveau de connaissance actuel de l'orthoptéofaune du Parc. Les ressources suivantes ont été exploitées :

- données bibliographiques (211 enregistrements, recueil partiel, concernant principalement Chopard 1952, Kruseman 1982, 1988, et quelques publications concernant la faune régionale ou locale telles que Azam 1901, Peyerimhoff 1907-1908, Polidori 1998, Repetto 2000),
- base de données « SIT Faune » (système d'information territorial) du PNR Verdon (1636 enregistrements, extraction 31/03/2019),
- base de données SILENE-faune de la DREAL de Provence-Alpes-Côte-d'Azur (2954 enregistrements, extraction 08/04/2019 par le PNR Verdon),
- base de données personnelles Y. Braud (2781 enregistrements, extraction 15/04/2019).

Au total, 7582 données d'orthoptères et mantes ont été recueillies, représentant 6074 observations réelles, après dédoublement (détection de 1508 doublons ou triplons issus de la fusion des différentes bases).

Ces observations concernent principalement la période allant de 2006 à 2018 (94 % des données), et sont principalement le fruit de prospections réalisées indépendamment par Yoan Braud (2752 données), Stéphane Bence (1187 données) et Eric Sardet (746 données). La liste complète des 82 observateurs concernés est fournie en annexe.

3. RÉSULTATS

Inventaire

Le jeu de données analysé permet de dresser une liste de 116 espèces d'orthoptères et 4 espèces de mantes signalées à l'échelle du territoire étudié (Cf. annexes). Ce total correspond à 49 % de la faune nationale (et 64% de la faune régionale de Provence-Alpes-Côte-d'Azur).

Cinq autres espèces issues des données recueillies ont été écartées de cette liste, au moins provisoirement, leur présence pérenne sur le territoire du Parc étant considérée douteuse ou à confirmer (erreurs d'identification ou d'étiquetage, individus erratiques, introductions sans suite...). Il s'agit de :

- *Tetrix kraussi* Saulcy, 1888 (1 témoignage anonyme, en 2017, à Thorame-Haute, source : MNHN via base SILENE)
- *Aiolopus puissantii* Defaut, 2005 (1 mention, sous le taxon « *Aiolopus thalassinus* », in Kruseman 1982, à Les Salles-sur-Verdon)
- *Omocestus viridulus* (Linnaeus, 1758) (1 témoignage par Colette Delclaux, en 2016, à Thorame-Haute, altitude 1140m, identification Joss Deffarges, source : SILENE)
- *Tettigonia cantans* (Fuessli, 1775) (1 mention, in Kruseman 1988, à Peyroules, « La Bâtie »)

L'inventaire à l'échelle du Parc est considéré comme ayant atteint un très bon niveau d'avancement, même si quelques espèces supplémentaires nous semblent actuellement potentielles, en particulier : *Myrmecophilus aequispina* Chopard, 1923, *Acheta domesticus* (Linnaeus, 1758), *Cyrtaspis scutata* (Charpentier, 1825), *Tetrix tenuicornis* (Sahlberg, 1891) ou *Locusta cinerascens* (Fabricius, 1781).



Répartition géographique de la connaissance

L'effort de prospection visant les orthoptères et les mantes est assez inégal à l'échelle du territoire étudié. La carte ci-après (fig. 1) montre que quatre secteurs sont assez bien renseignés :

- la frange occidentale du Parc (Valensole, Gréoux-les-Bains, Vinon-sur-Verdon, Saint-Julien, La Verdrière),
- la partie centrale à l'est du Lac de Sainte-Croix (Blioux, La Palud-sur-Verdon, Rougon, Aiguines),
- la frange orientale : Peyroules, Chateaufieux, La Bastide,
- et l'extrémité nord-est (Thorame-Basse, Thorame-Haute).

A contrario, les secteurs à l'ouest et au sud du Lac de Sainte-Croix sont particulièrement sous-prospectés (Saint-Croix-de-Verdon, Montagnac-Montpezat, Saint-Laurent-du-Verdon, Baudinard-sur-Verdon, Artignosc-sur-Verdon, Bauduen, Régusse, Moissac-Bellevue, Aups). Les secteurs de Comps-sur-Artuby et au sud de Trigance (camp militaire de Canjuers), ainsi que Le Bourguet semblent également méconnus.

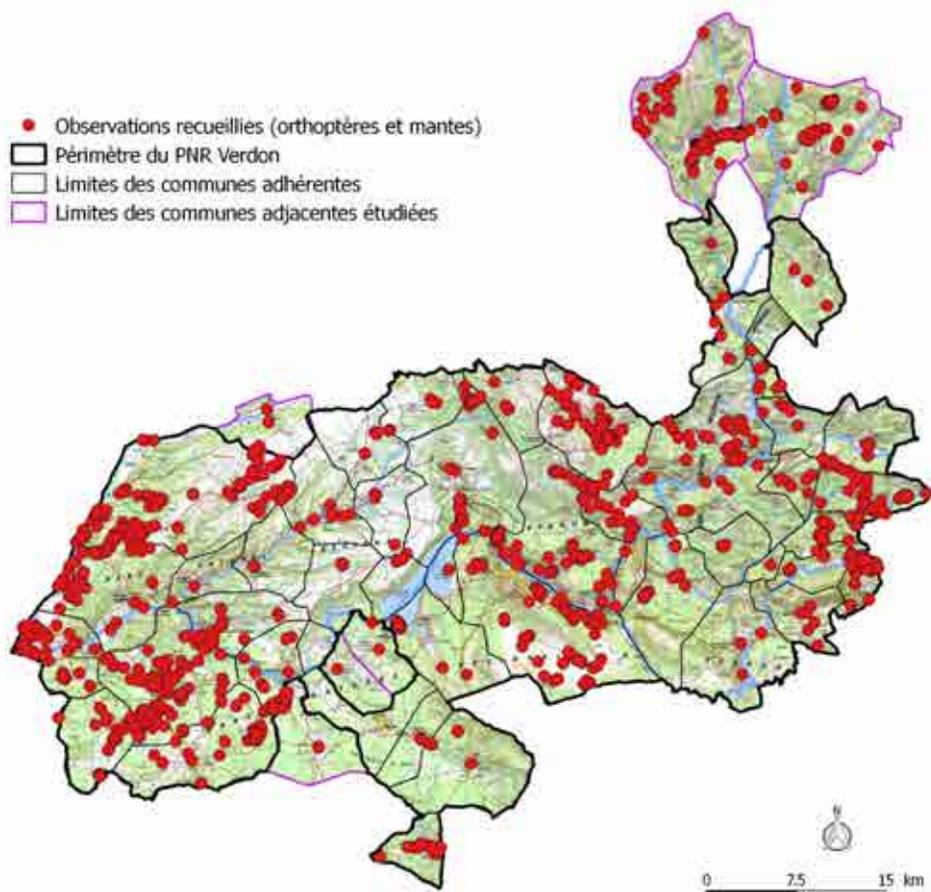


Fig 1 : Localisation des observations d'orthoptères et de mantes au sein du territoire d'étude

Pré-atlas cartographique

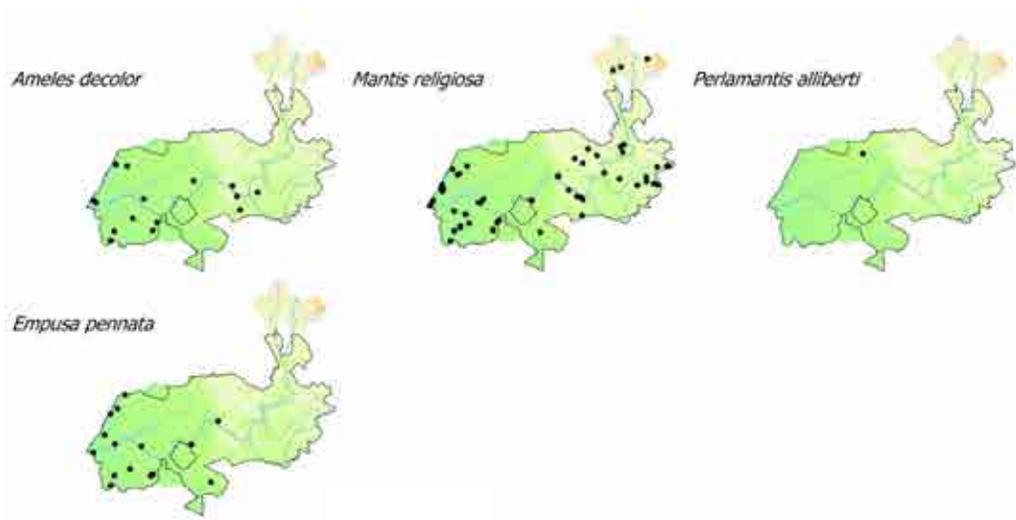


Fig 2 : données concernant les mantes

Fig 3 : données concernant les orthoptères

Famille des Rhabdiphoridae

Dolichopoda azami



Famille des Tettigoniidae

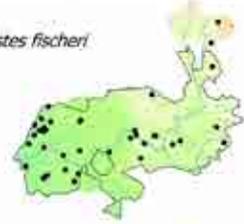
Anonconotus ghilianii



Antaxius pedestris



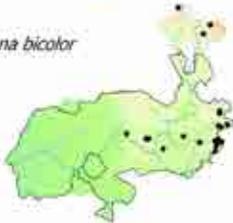
Barbitistes fischeri



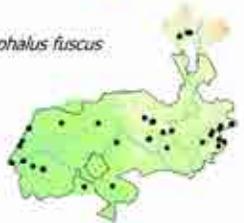
Barbitistes obtusus



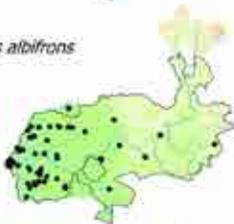
Bicolorana bicolor



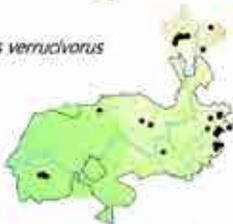
Conocephalus fuscus



Decticus albifrons



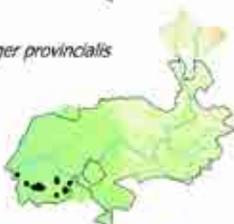
Decticus verrucivorus



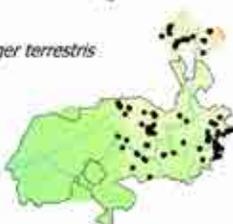
Ephippiger diurnus diurnus



Ephippiger provincialis



Ephippiger terrestris



Eupholidoptera chabrieri



Gampsocleis glabra



Leptophyes laticauda



Leptophyes punctatissima



Meconema meridionale

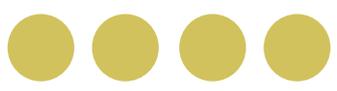
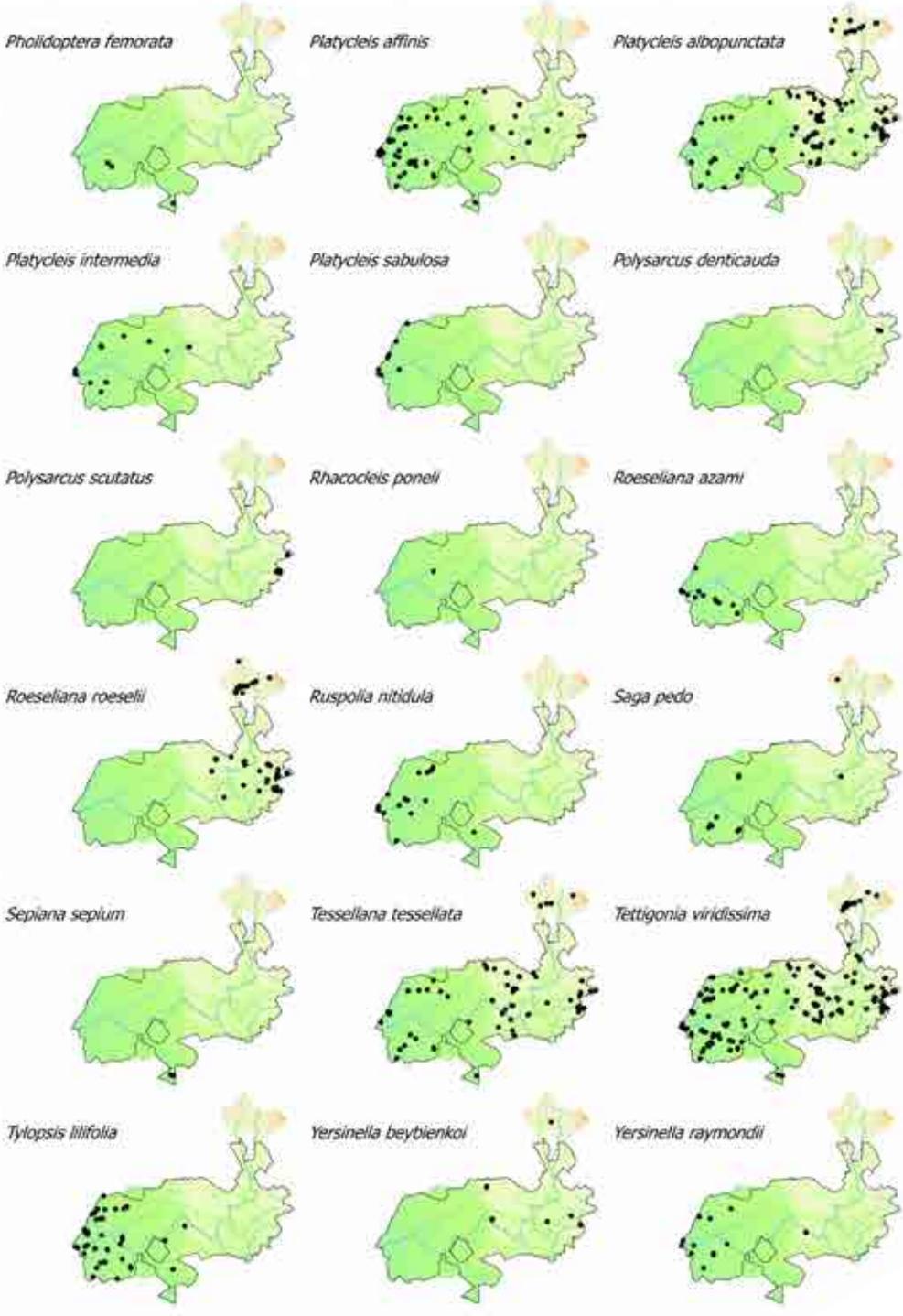


Meconema thalassinum



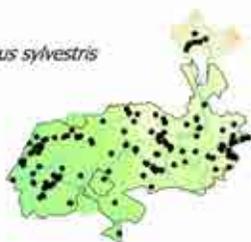
Phaneroptera nana



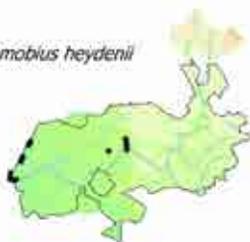


Famille des Trigonidiidae

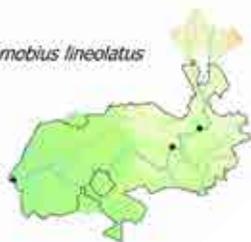
Nemobius sylvestris



Pteronemobius heydenii

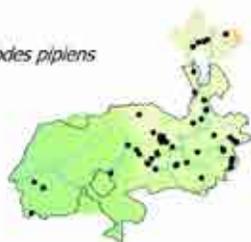


Pteronemobius lineolatus



Famille des Gryllidae

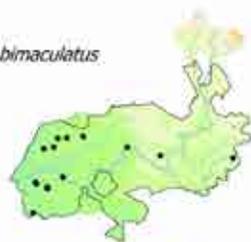
Eugryllodes pipiens



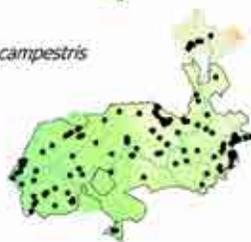
Eumodicogryllus bordigalensis



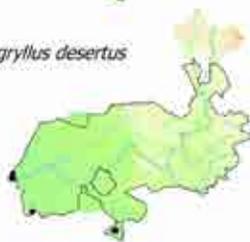
Gryllus bimaculatus



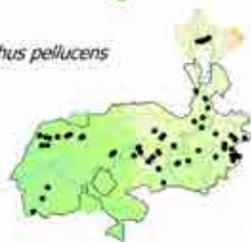
Gryllus campestris



Melanogryllus desertus

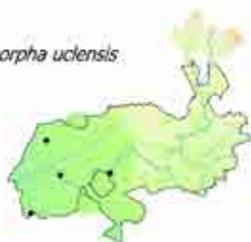


Oecanthus pellucens



Famille des Phalangopsidae

Gryllomorpha uclensis

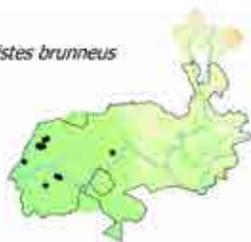


Gryllomorpha dalmatina

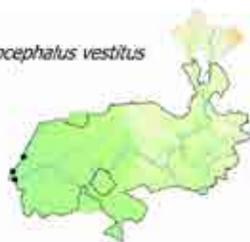


Famille des Mogoplistidae

Mogoplistes brunneus

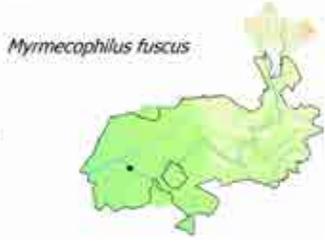
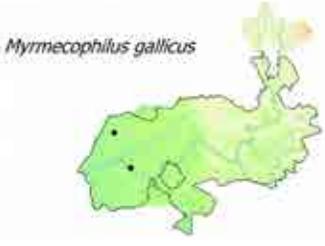


Arachnocephalus vestitus

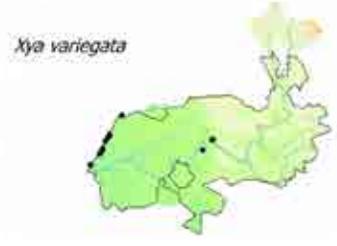




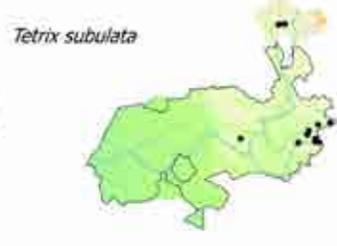
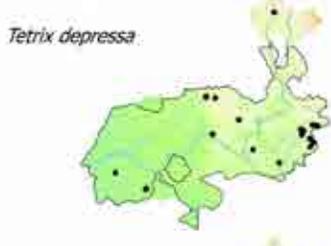
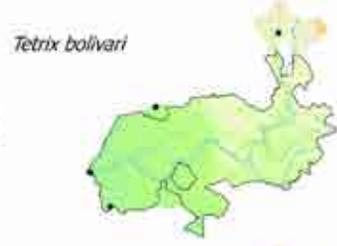
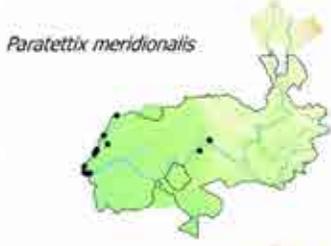
Famille des Myrmecophilidae



Famille des Tridactylidae



Famille des Tetrigidae



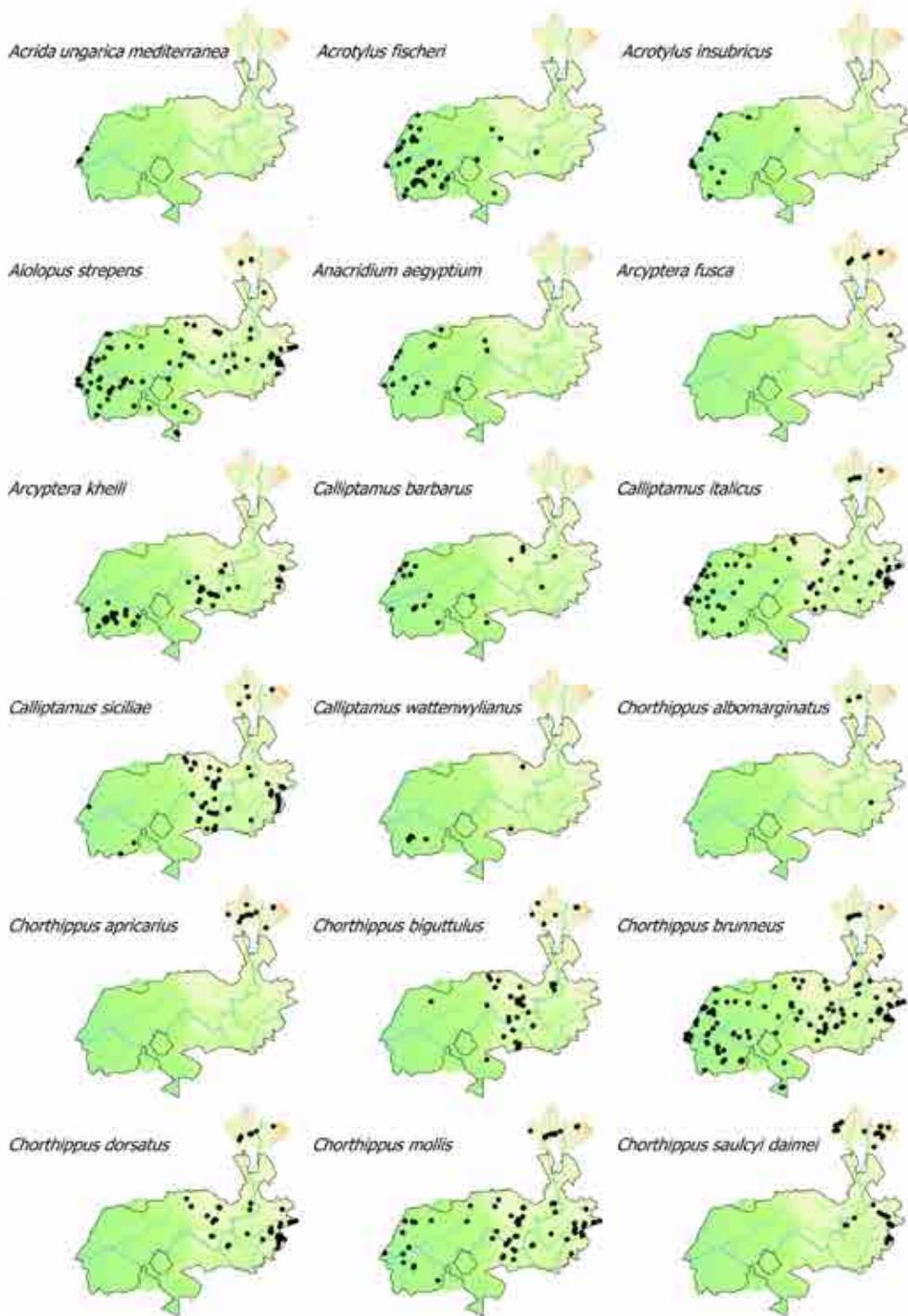
Famille des Pyrgomorphidae



Famille des Pamphagidae



Famille des Acrididae

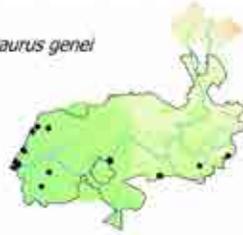




Chorthippus vagans



Doclostaurus genei



Doclostaurus jagoi



Doclostaurus maroccanus



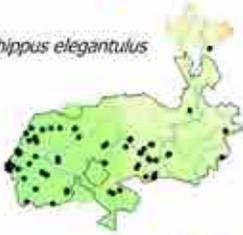
Euchorthippus chopardi



Euchorthippus declivus



Euchorthippus elegantulus



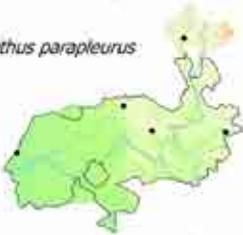
Euthystira brachyptera



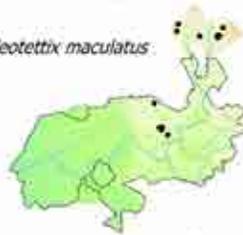
Gomphocerus sibiricus



Mecostethus parableurus



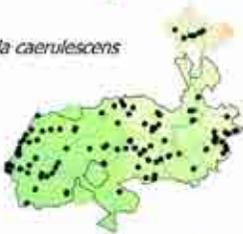
Myrmeleotettix maculatus



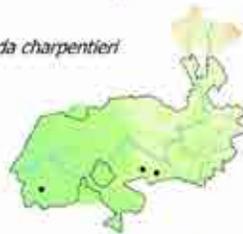
Oedaleus decorus



Oedipoda caerulescens



Oedipoda charpentieri



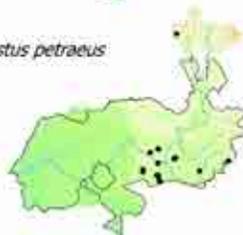
Oedipoda germanica



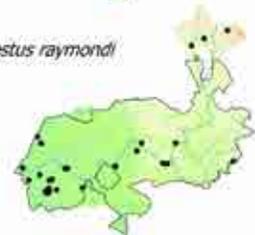
Omocestus haemorrhoidalis

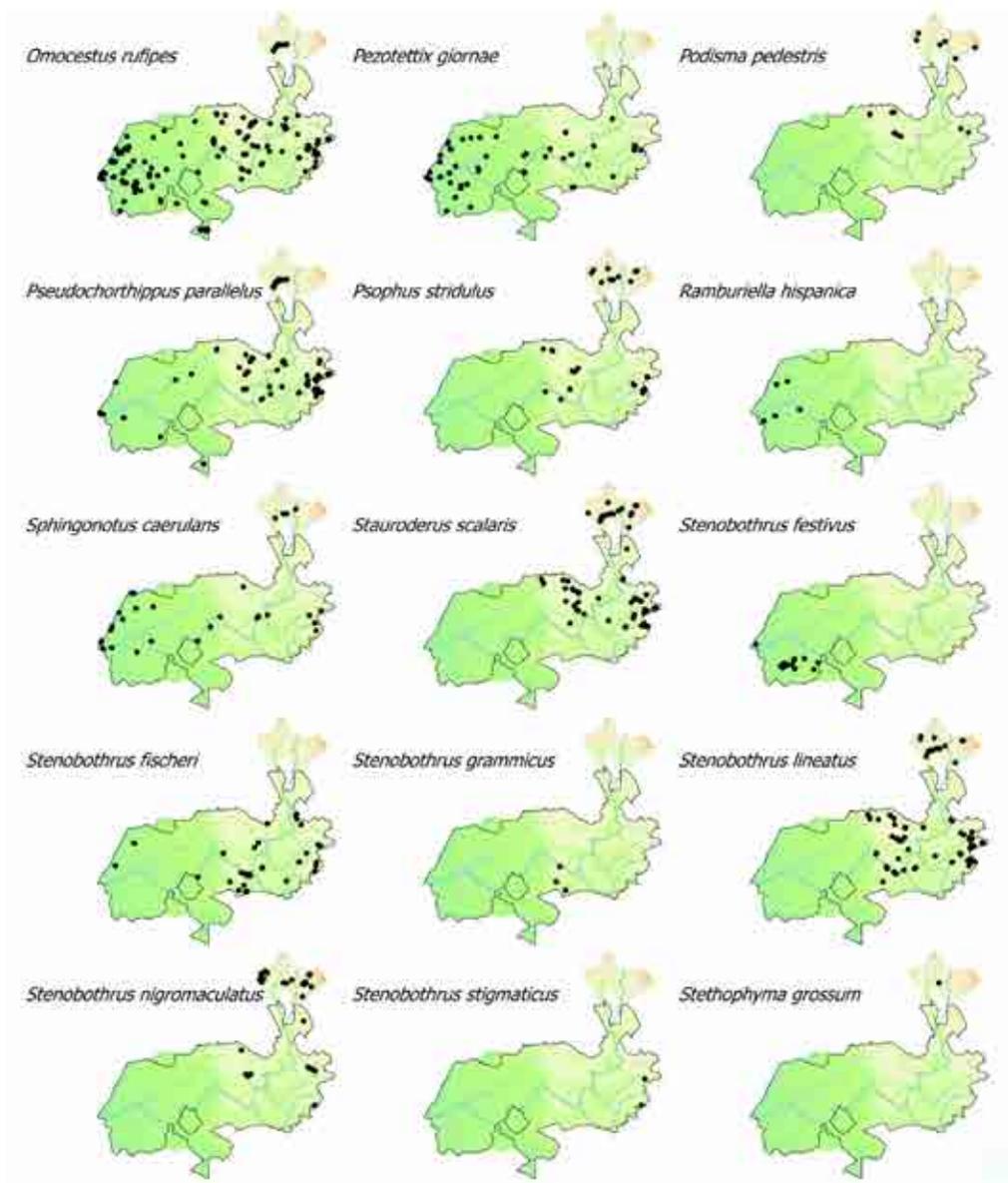


Omocestus petraeus



Omocestus raymondii



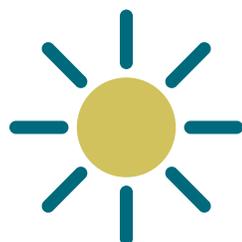


Enjeu de conservation

Au sein du peuplement mis en évidence, 26 espèces (fig. 4) présentent un intérêt particulier de par leur statut patrimonial (espèces remarquables ou déterminantes ZNIEFF), réglementaire (protection nationale, intérêt communautaire européen) ou de par leur degré de menace (statut UICN). Certaines de ces espèces constituent des enjeux de conservation importants au niveau national ou régional : *Perlamantis alliberti*, *Oedipoda charpentieri*, *Stenobothrus grammicus*, *Stenobothrus stigmaticus*, *Prionotropis azami*, *Gampsocleis glabra*, *Polysarcus scutatus*. On notera qu'une large majorité de ces enjeux est liée à des habitats ouverts et xérophiles (pelouses sèches, rocailles, garrigues). Seuls *Stenobothrus stigmaticus* (criquet d'affinité médioeuropéenne, fréquentant les pelouses rases, souvent pâturées) et *Polysarcus scutatus* (sauterelle montagnarde prairiale, à répartition très fragmentée des Pyrénées aux Balkans) présentent des exigences moins xérophiles.

Fig. 4 : Espèces à enjeu selon les éléments de bio-évaluation (IUCN, ZNIEFF, statut réglementaire)

Famille	Taxon	IUCN (Eur)	IUCN (Fr)	IUCN (PACA)	Protection	ZNIEFF PACA	Habitats
Amorphoscelididae	<i>Perlamantis alliberti</i>	Non évalué	Non évalué	Non évalué		Rem.	Pelouses, garrigues
Acrididae	<i>Arcyptera kheili</i>					Rem.	Pelouses
Acrididae	<i>Chorthippus albomarginatus</i>					Rem.	Prairies humides
Acrididae	<i>Chorthippus saulcyi daimi</i>					Rem.	Pelouses
Acrididae	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>						Pelouses
Acrididae	<i>Oedipoda charpentieri</i>			EN		Rem.	Pelouses
Acrididae	<i>Psophus stridulus</i>					Rem.	Pelouses
Acrididae	<i>Stenobothrus festivus</i>			VU		Rem.	Pelouses
Acrididae	<i>Stenobothrus grammicus</i>	VU		EN		Dét.	Pelouses
Acrididae	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>			CR			Pelouses
Acrididae	<i>Stethophyma grossum</i>					Rem.	Prairies humides
Gryllidae	<i>Eugryllodes pipiens</i>					Rem.	Pelouses
Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>					Rem.	Rives
Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa vineae</i>					Rem.	Garrigues, cultures
Pamphagidae	<i>Prionotropis azami</i>	EN	VU (priorité 2)	EN	PN3	Dét.	Pelouses
Rhaphidophoridae	<i>Dolichopoda azami azami</i>					Rem.	Grottes, éboulis...
Tetrigidae	<i>Tetrix tuerki</i>	VU				Rem.	Rives alluviales
Tettigoniidae	<i>Ephippiger provincialis</i>	VU		VU		Rem.	Pelouses
Tettigoniidae	<i>Gampsocleis glabra</i>	VU (Eur2B)	VU (priorité 2)	EN			Pelouses
Tettigoniidae	<i>Leptophyes laticauda</i>					Rem.	Lisières
Tettigoniidae	<i>Polysarcus denticauda</i>					Rem.	Pelouses
Tettigoniidae	<i>Polysarcus scutatus</i>	EN	VU (priorité 2)	EN		Rem.	Pelouses, prairies
Tettigoniidae	<i>Roeseliana azami</i>	VU	VU (priorité 2)	NT		Rem.	Prairies humides
Tettigoniidae	<i>Saga pedo</i>				PN2, DH4		Pelouses, garrigues
Tridactylidae	<i>Xya variegata</i>					Dét.	Rives alluviales
Trigonidiidae	<i>Pteronemobius lineolatus</i>			VU		Rem.	Rives alluviales



À l'échelle du Parc, des enjeux plus locaux peuvent également être identifiés. Ainsi, 21 espèces (Fig. 5) semblent rares au sein du territoire (connues sur seulement 1 ou 2 communes). Certaines sont en réalité discrètes et probablement pas si rares (le groupe *Myrmecophilus* par exemple). D'autres semblent être réellement rares, éventuellement soumises à des menaces (généralement la fermeture des habitats ouverts traditionnellement pâturés), et n'ont parfois plus été revues depuis de nombreuses années. Il s'agit en particulier de *Perlamantis alliberti*, une petite mante non réobservée dans le Parc depuis la description originale de l'espèce à Puimoisson en 1843 ! C'est aussi le cas de *Stenobothrus stigmaticus*, criquet des pelouses rases non revu depuis 1993, et de *Stethophyma grossum*, grand criquet hygrophile non revu depuis 2007. Le territoire du Parc porte une responsabilité forte quant à leur conservation locale.

Fig. 5 : espèces connues sur 1 ou 2 communes dans l'aire d'étude

Espèces	Communes	Dernière observation	Commentaires
<i>Perlamantis alliberti</i>	Puimoisson	1843	Espèce des pelouses sèches, garrigues claires
<i>Acrida ungarica</i>	Gréoux-les-Bains, Vinon-sur-Verdon	2015	Espèce méditerranéenne en limite d'aire
<i>Arachnocephalus vestitus</i>	Gréoux-les-Bains, Vinon-sur-Verdon	2018	Espèce méditerranéenne en limite d'aire
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	La Martre, Thorame-Basse	2018	Espèce prairiale hygrophile
<i>Chorthippus apricarius</i>	Thorame-Basse, Thorame-Haute	2018	Espèce montagnarde en limite d'aire
<i>Euthystira brachyptera</i>	Thorame-Basse	2018	Espèce en limite d'aire
<i>Gomphocerus sibiricus</i>	Thorame-Haute	2016	Espèce montagnarde en limite d'aire
<i>Gryllotalpa vineae</i>	Ginasservis, Saint-Julien	2017	Espèce méditerranéenne en limite d'aire
<i>Leptophyes laticauda</i>	Castellane, La Palud-sur-Verdon	2007	Espèce rare en France
<i>Myrmecophilus fuscus</i>	Esparron-de-Verdon	2018	Espèce discrète, sous-prospectée
<i>Myrmecophilus gallicus</i>	Esparron-de-Verdon, Valensole	2018	Espèce discrète, sous-prospectée
<i>Oedipoda charpentieri</i>	Aiguines, Saint-Julien	2014	Espèce géophile, xérothermophile, assez rare en PACA
<i>Pholidoptera femorata</i>	Saint-Julien, Sillans-la-Cascade	2015	Espèce méditerranéenne en limite d'aire
<i>Polysarcus denticauda</i>	Peyroules	2016	Espèce montagnarde
<i>Polysarcus scutatus</i>	La Bastide, Peyroules	2017	Espèce montagnarde
<i>Rhacocleis poneli</i>	Allemagne-en-Provence	2017	Espèce en expansion en France, découverte dans le Parc par Philippe Baldi
<i>Sepiana sepium</i>	Sillans-la-Cascade	2013	Espèce méditerranéenne en limite d'aire
<i>Stenobothrus grammicus</i>	Aiguines	2015	Espèce rare en France, pelouses rocailleuses
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	La Bastide, Peyroules	1993	Espèce rare en PACA, pelouses
<i>Stethophyma grossum</i>	Thorame-Basse	2007	Espèce hygrophile
<i>Tetrix tuerki</i>	Valensole	2018	Espèce alluviale

4. PERSPECTIVES

Cette synthèse a pour objectif d'identifier et de faciliter la prise en compte des enjeux orthoptériques par le PNR Verdon au travers des veilles, conseils et actions qu'il est amené à réaliser. Une vigilance accrue pourra notamment être portée aux espèces à la fois considérées menacées à plus large échelle (Provence-Alpes-Côte d'Azur, France, Europe) et rares sur le territoire du Parc. Il s'agit plus particulièrement de la mante *Perlamantis alliberti*, des criquets *Oedipoda charpentieri*, *Stenobothrus grammicus*, *Stenobothrus stigmaticus*, et des sauterelles *Gampsocleis glabra* et *Polysarcus scutatus*. Le criquet hérisson (*Prionotropis azami*), protégé et endémique des Préalpes méridionales, fait également figure d'espèce emblématique en forte régression du fait de la déprise pastorale à basse et moyenne altitude.

Les naturalistes de terrain trouveront enfin dans ce document quelques axes pour orienter de futures prospections ciblées et ainsi affiner efficacement la connaissance du peuplement local (recherche d'espèces potentiellement présentes, non revues, ou méconnues).





Photo 2 : la petite mante-perle (*Perlamantis alliberti*), découverte en 1843 à Puimoisson, et depuis jamais revue au sein du Parc naturel régional du Verdon - auteur : Yoan Braud, 2017.



Photo 3 : le criquet fauve-queue (*Stenobothrus grammicus*), typique des crêtes des montagnes provençales - auteur : Yoan Braud, Aiguines, 2015



Photo 4 : le dectique des brandes (*Gampsocleis glabra*), récemment découverte sur le plateau de Valensole ainsi qu'à l'extrémité orientale du Parc.- Auteur : Yoan Braud, 2012



Photo 5 : le barbitiste à bouclier (*Polysarcus scutatus*), sauterelle dont les populations sont fragmentées le long des montagnes du sud de l'Europe.- Auteur : Yoan Braud, 2014.



Photo 6 : le criquet hérisson (*Prionotropis azami*), endémique des collines et plateaux provençaux.- Auteur : Yoan Braud, Saint-Julien-le-Montagnier, 2014.

BIBLIOGRAPHIE

AZAM Joseph, 1901 : Catalogue synonymique et systématique des Orthoptères de France ; *Miscellanea Entomologica*, 9 : 1-107.

BENCE Stéphane (coordination), 2018. Liste Rouge des Orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur - Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 12 pp

CHOPARD Lucien, 1952 : Faune de France, 56 : Orthoptéroïdes. Lechevalier, Paris, 359 pages, 531 fig.

DEFAUT Bernard, SARDET Eric & BRAUD Yoan (coord.), 2009. Catalogue permanent de l'entomofaune française, fascicule 7, Orthoptera : Ensifera et Caelifera. U.E.F. éditeur. Dijon. 94 p.

HOCHKIRCH Axel (coord.), 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

KRUSEMAN Gedeon, 1982 : Matériaux pour la faunistique des Orthoptères de France, fascicule II : les Acridiens des musées de Paris et d'Amsterdam ; *Verslagen en Technische Gegevens*, Instituut vor Taxonom. Zoölogie, Universiteit van Amsterdam, 36 : 1-134.

KRUSEMAN Gedeon, 1988 : Matériaux pour la faunistique des Orthoptères de France, fascicule III : les Ensifères et des Caelifères : les Tridactyloïdes et les Tetrigoïdes des musées de Paris et d'Amsterdam ; *Verslagen en Technische Gegevens*, Instituut vor Taxonom. Zoölogie, Universiteit van Amsterdam, 51 : 1-164.

PEYERIMHOFF (P. de), 1906. Recherches sur la faune cavernicole des Basses-Alpes. *Ann. Soc. ent. Fr.* LXXV(75): 203-222.

POLIDORI Eric, 1998[1997] : Observation de *Barbitistes obtusus* (Targioni-Tozzetti, 1881) dans le Verdon, Alpes-de-Haute-Provence (Orthoptera, Phaneropteridae). 14(2-3): 53-54.

REPETTO L., 2000. Étude d'un Orthoptère protégé (*Prionotropis hystrix azami*) dans le cadre de l'aménagement de la forêt communale de la Verdrière. Marseille : Mémoire de D.E.U.S.T, gestion de l'Espace Naturel. Faculté des Sciences et techniques de Saint-Jérôme, 21 pp. (non publié).

SARDET Eric & DEFAUT Bernard, 2004. Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 9 : 125-137.



ANNEXES :

Liste des communes adhérentes du PNR Verdon en 2019 :

Aiguines, Allemagne-en-Provence, Allons, Angles, Aups, Bargème, La Bastide, Bauduen, Blieux, Le Bourguet, Brenon, Brunet, Castellane, Châteauvieux, Comps-sur-Artuby, Demandolx, Esparron-de-Verdon, La Garde, Ginasservis, Gréoux-les-Bains, Majastres, La Martre, Moissac-Bellevue, Montagnac-Montpezat, La Palud-sur-Verdon, Moustiers-Sainte-Marie, Peyroules, Puimoisson, Quinson, Régusse Riez, Rougon, Roumoules, Saint-André-les-Alpes, Sainte-Croix-du-Verdon, Saint-Julien-du-Verdon, Saint-Julien, Saint-Jurs, Saint-Laurent-du-Verdon, Saint-Martin-de-Brômes, Les Salles-sur-Verdon, Sillans-la-Cascade, Tignes, Valensole, La Verdrière, Vinon-sur-Verdon

Listes des observateurs et contributions correspondantes (nombre de données après dédoublement)

Observateur	Data
ABBA Alain	1
AZAM Joseph	5
BEAUDOIN Gisèle	2
BENCE Stéphane	1187
BERILLE Etienne	3
BERNARD William	54
BERNIER Christophe	7
BIGOT Jean-Yves	3
BIGOT Louis	2
BLANCHON Yoann	6
BOCA François	2
BONNET Christophe	1
BONNET François-Régis	10
BOURRU Elise	9
BOUVIN Laurent	66
BRAUD Yoan	2752
BRAULT Fanny	1
BRUNELLIÈRE Margot	1
CAMOIN Hélène	1
CHAMBOULEYRON Mathieu	6
Chavy Dominique	41
CLUCHIER Alexandre	1
COLOMBO Raphael	17
COSSON Emmanuel	5
DARMUZEY Thierry	7
DAUPHIN Jean-Paul	2
DEFFARGES Joss	34
DELCLAUX Colette	1
DEROUSSEN Fernand	2
DERREUMAUX Vincent	35
DESO Grégory	1
DESRIAUX Pierre	1
DURAND Guy	3
DUSACQ Mathilde	27
FADDA Sylvain	16
FERMENT Anne	1
FOUCART Antoine	5
FOUCAUT Laurence	1
GUIMIER Hubert	153
GURCEL Kevin	13
JEAN Jacques	1
KLEIN Arnaud	57

Observateur	Data
KULESZA Vincent	6
LEMONNIER Michèle	4
LERCH Alexandre	1
LEROY Yann	1
LETARD Gabriel	1
MAIRE Pascal	1
MARCHAND Marc-Antoine	2
MARMIER Marin	1
MARTINEZ Nicolas	96
MAUREL Nicolas	5
MERCIER Paulin	19
MILOUX Basile	2
MNH Observateur non mentionné	150
MORRA Thibault	4
MOSSOT Michèle	8
MROCZKO Cédric	3
NADIG Adolf	2
ORSINI Philippe	4
PANIS André	1
PELISSIER Robert	5
PETIT Nicolas	1
PEYERHIMHOFF	1
PICHARD Audrey	50
PLUCHON Guillaume	3
POLIDORI Eric	1
PONEL Philippe	7
QUELIN Lionel	2
RACINE Antoine	2
REMAUDIÈRE	1
RENOU Michel	5
RICHAUD Sonia	69
ROCHER Rozenn	133
ROMANI Guillaume	1
SARDET Eric	746
SERIE Marie-George	19
STRAATMAN Karel	1
TEMPIER Jean-Claude	3
TURETTA Roberto	1
VASSEUR Maxime	3
VIDAL Jonathan	1
VOISIN P.	1

Autres données anonymes : 149

Liste des espèces inventoriées sur l'aire d'étude (PNR Verdon + 5 communes adjacentes)

Taxons	Nombre de donné
Mantidae	
Ameles decolor (Charpentier, 1825)	15
Mantis religiosa (Linnaeus, 1758)	62
Amorphoscelidae	
Perlamantis alliberti Guerin-Meneville, 1843	1
Empusidae	
Empusa pennata (Thunberg, 1815)	27
Rhaphidophoridae	
Dolichopoda azami Saulcy, 1893	32

Taxons	Nombre de donné
Tettigoniidae	
Anonconotus ghilianii Camerano, 1878	37
Antaxius pedestris (Fabricius, 1787)	60
Barbitistes fischeri (Yersin, 1854)	50
Barbitistes obtusus Targioni-Tozzetti, 1881	28
Bicolorana bicolor (Philippi, 1830)	37
Conocephalus fuscus (Fabricius, 1793)	62
Decticus albifrons (Fabricius, 1775)	74
Decticus verrucivorus (Linnaeus, 1758)	68
Ephippiger diurnus diurnus Dufour, 1841	70

Taxons	Nombre de donné
<i>Ephippiger provincialis</i> (Yersin, 1854)	21
<i>Ephippiger terrestris terrestris</i> Yersin, 1854	225
<i>Eupholidoptera chabrieri</i> (Charpentier, 1825)	65
<i>Gampsocleis glabra</i> (Herbst, 1786)	14
<i>Leptophyes laticauda</i> (Frivaldsky, 1867)	2
<i>Leptophyes punctatissima</i> (Bosc, 1792)	53
<i>Meconema meridionale</i> A. Costa, 1860	5
<i>Meconema thalassinum</i> (De Geer, 1773)	6
<i>Phaneroptera nana</i> Fieber, 1853	26
<i>Pholidoptera femorata</i> (Fieber, 1853)	3
<i>Platycleis affinis</i> Fieber, 1853	73
<i>Platycleis albopunctata</i> (Goeze, 1778)	173
<i>Platycleis intermedia</i> (Audinet-Serville, 1838)	13
<i>Platycleis sabulosa</i> Azam, 1901	12
<i>Polysarcus denticauda</i> (Charpentier, 1825)	2
<i>Polysarcus scutatus</i> (Brunner von Wattenwyl, 1882)	31
<i>Rhacocleis poneli</i> Harz & Voisin, 1987	1
<i>Roeseliana azami</i> (Finot, 1892)	19
<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	131
<i>Ruspolia nitidula</i> (Scopoli, 1786)	20
<i>Saga pedo</i> (Pallas, 1771)	12
<i>Sepiana sepium</i> (Yersin, 1854)	2
<i>Tessellana tessellata</i> (Charpentier, 1825)	123
<i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)	267
<i>Tylopsis lilifolia</i> (Fabricius, 1793)	55
<i>Yersinella beybienkoi</i> La Greca, 1974	14
<i>Yersinella raymondii</i> (Yersin, 1860)	12
Trigonidiidae	
<i>Nemobius sylvestris</i> (Bosc, 1792)	219
<i>Pteronemobius heydenii</i> (Fischer, 1853)	38
<i>Pteronemobius lineolatus</i> (Brullé, 1835)	4
Gryllidae	
<i>Eugryllodes pipiens</i> (Dufour, 1820)	68
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i> (Latreille, 1804)	78
<i>Gryllus bimaculatus</i> De Geer, 1773	17
<i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758	222
<i>Melanogryllus desertus</i> (Pallas, 1771)	10
<i>Oecanthus pellucens</i> (Scopoli, 1763)	76
Phalangopsidae	
<i>Gryllomorpha dalmatina</i> (Ocskay, 1832)	7
<i>Gryllomorpha uclensis</i> Pantel, 1890	6
Mogoplistidae	
<i>Arachnocephalus vestitus</i> Costa, 1855	3
<i>Mogoplistes brunneus</i> Audinet-Serville, 1838	13
Myrmecophilidae	
<i>Myrmecophilus fuscus</i> Stalling, 2013	1
<i>Myrmecophilus gallicus</i> Stalling, 2017	2
Gryllotalpidae	
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (Linnaeus, 1758)	10
<i>Gryllotalpa vineae</i> Bennet-Clark, 1970	3
Tridactylidae	
<i>Xya variegata</i> Latreille, 1809	23
Tetrigidae	
<i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur, 1838)	30
<i>Tetrix bolivari</i> Sauly in Azam, 1901	5
<i>Tetrix ceperoi</i> (Bolívar, 1887)	13
<i>Tetrix depressa</i> Brisout de Barneville, 1848	26
<i>Tetrix subulata</i> (Linnaeus, 1758)	23
<i>Tetrix tenuicornis</i> (Sahlberg, 1891)	1
<i>Tetrix tuerki</i> (Krauss, 1876)	3
<i>Tetrix undulata gavoyi</i> Sauly in Azam, 1901	22

Taxons	Nombre de donné
Pamphagidae	
<i>Prionotropis azami</i> Uvarov, 1923	131
Pyrgomorphidae	
<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)	33
Acrididae	
<i>Acrida ungarica mediterranea</i> Dirsh, 1949	5
<i>Acrotylus fischeri</i> Azam, 1901	61
<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	16
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	159
<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)	23
<i>Arctypea fusca</i> (Pallas, 1773)	21
<i>Arctypea kheili</i> Azam, 1900	75
<i>Calliptamus barbarus</i> (O.G. Costa, 1836)	24
<i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	94
<i>Calliptamus siciliae</i> Ramme, 1927	66
<i>Calliptamus wattenwylanus</i> (Pantel, 1896)	7
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)	5
<i>Chorthippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)	23
<i>Chorthippus biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	60
<i>Chorthippus brunneus</i> (Thunberg, 1815)	183
<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	104
<i>Chorthippus mollis</i> (Charpentier, 1825)	122
<i>Chorthippus saulcyi daimeii</i> (Azam, 1893)	50
<i>Chorthippus vagans</i> (Eversmann, 1848)	112
<i>Doclostaurus genei</i> (Ocskay, 1832)	18
<i>Doclostaurus jagoi occidentalis</i> Soltani, 1978	15
<i>Doclostaurus maroccanus</i> (Thunberg, 1815)	6
<i>Euchorthippus chopardi</i> Descamps, 1968	14
<i>Euchorthippus declivus</i> (Brisout de Barneville, 1848)	206
<i>Euchorthippus elegantulus</i> Zeuner, 1940	84
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	3
<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus, 1767)	1
<i>Mecostethus parapleurus</i> (Hagenbach, 1822)	5
<i>Myrmeleotettix maculatus</i> (Thunberg, 1815)	16
<i>Oedaleus decorus</i> (Germer, 1825)	39
<i>Oedipoda caeruleascens</i> (Linnaeus, 1758)	137
<i>Oedipoda charpentieri</i> Fieber, 1853	3
<i>Oedipoda germanica</i> (Latreille, 1804)	138
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	8
<i>Omocestus petraeus</i> (Brisout de Barneville, 1856)	18
<i>Omocestus raymondi</i> (Yersin, 1863)	35
<i>Omocestus rufipes</i> (Zetterstedt, 1821)	297
<i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794)	56
<i>Podisma pedestris</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	210
<i>Psophus stridulus</i> (Linnaeus, 1758)	40
<i>Ramburiella hispanica</i> (Rambur, 1838)	7
<i>Sphingonotus caeruleans</i> (Linnaeus, 1767)	39
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer von Waldheim, 1846)	122
<i>Stenobothrus festivus</i> Bolívar, 1887	25
<i>Stenobothrus fischeri glaucescens</i> Bolívar, 1897	42
<i>Stenobothrus grammicus</i> Cazorro y Ruiz, 1888	6
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	130
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> (Herrich-Schäffer, 1840)	51
<i>Stenobothrus stigmaticus</i> (Rambur, 1838)	4
<i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus, 1758)	3





INVENTAIRE ET ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE DES POPULATIONS D'APOLLON (*PARNASSIUS APOLLO*) ET DU SEMI-APOLLON (*PARNASSIUS MNEMOSYNE*) AU SEIN DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON. MISE EN ÉVIDENCE DE CHANGEMENTS RAPIDES DANS L'ÉCOLOGIE ET LA PHÉNOLOGIE DE CES ESPÈCES

Auteurs de l'article :

- **Raphael Colombo avec la collaboration de Yoan Braud (experts entomologistes)**

L'apollon et le semi-apollon sont 2 papillons protégés emblématiques des milieux d'altitude. Dans le cadre de l'élaboration de la trame verte et bleue du Parc naturel régional du Verdon, 328 observations bibliographiques ont pu être compilées sur ces espèces entre 1924 et 2015 et 132 observations ont pu être réalisées sur le terrain, lors des 47 jours de prospection réalisés entre 2016 et 2017 par Asellia et Entomia.

La compilation de ces observations apporte des connaissances locales sur l'écologie, la phénologie et la répartition de ces espèces à l'échelle du territoire. Par ailleurs, la comparaison de ces données récentes avec l'ensemble des observations bibliographiques réalisées sur le territoire depuis un siècle, montre des changements assez marqués dans la phénologie de vol ou la répartition altitudinale de ces espèces menacées. Nous tentons de corréliser ces modifications avec les effets du changement climatique et discutons du rôle potentiellement important des stations de basse altitude et de leur rôle fonctionnel majeur pour connecter les populations de massifs proches.



MOTS CLÉS : PARNASSIUS MNEMOSYNE, PARNASSIUS APOLLO, RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE, HABITAT, PHÉNOLOGIE, ALTITUDE, TRAME VERTE ET BLEUE

Photo 1 : semi-apollon - *Parnassius mnemosyne* - auteur : Dominique Chavy

INTRODUCTION :

Dans le cadre de l'élaboration de la trame verte et bleue sur son territoire, le Parc naturel régional du Verdon a défini et cartographié les continuités/discontinuités écologiques du territoire, à partir d'une modélisation des connexités développée par l'Institut méditerranéen d'écologie et de biodiversité marine et continentale (IMBE) de l'université Aix-Marseille; sur la base d'espèces retenues comme bio-indicatrices des enjeux de biodiversité sur le territoire et sensibles à la fragmentation de leurs habitats. à partir de données d'occupation du sol à une échelle très fine, des cartes de favorabilité (se rapprochant de cartes d'habitats potentiels) sont établies pour chacune des espèces considérées. Représentées sous forme de surfaces, elles sont ensuite transformées en semis de points, représentation mieux adaptée en écologie appliquée.

Ces cartes de favorabilité ne sont cependant pas encore des cartes de continuités écologiques potentielles, la capacité de dispersion des espèces considérées et le morcellement de leurs habitats n'étant pas encore pris en compte à ce stade. Pour chaque point d'occupation du sol, un indice de connexité est alors calculé prenant en compte ces deux caractéristiques écologiques essentielles des espèces.

La méthode des connexités permet ainsi d'établir des cartes de continuités écologiques potentielles.

Parmi les différents cortèges d'espèces ciblées par le Parc pour identifier les continuités écologiques potentielles et leurs enjeux de préservation et de restauration, deux espèces de lépidoptères diurnes en déclin, protégées au niveau national et inféodées à des milieux ouverts et semi-ouverts montagnards : *Parnassius mnemosyne* et *Parnassius apollo* (photos 1 & 2) ont été choisies comme espèces modèles pour l'étude de la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude.



Photo 2 : apollon - *Parnassius apollo* - auteur : Raphael Colombo

Afin d'analyser ces dernières avec plus de recul, Asellia Ecologie et Entomia ont été missionnés en 2016 et 2017 par le Parc du Verdon pour la réalisation d'une importante compilation de données historiques ciblée sur *P. mnemosyne* et *P. apollo* et pour la réalisation d'inventaires complémentaires quand à la répartition de ces espèces à l'échelle du Parc.

Cette étude a fait l'objet d'un rapport de stage en juillet 2017 puis d'un rapport d'étude en novembre 2017 : Colombo R., Braud Y. et Fernandez R. 2017.



MÉTHODOLOGIE :

Compilation de données :

Une importante compilation d'observations issues de la consultation de différents naturalistes et structures centralisatrices de données (PNR Verdon, Silène faune, Faune-PACA, « Observado ») a été réalisée. Ces observations ont été vérifiées, géolocalisées, les altitudes non mentionnées ajoutées et les observations aberrantes supprimées. Au total, cette compilation a permis de recueillir 328 observations au sein du Parc du Verdon entre 1924 et 2015 : 76 concernent *P. mnemosyne* et 252 *P. apollo*.

Inventaire complémentaire :

Des prospections de terrain ont également été effectuées en 2016 et 2017. 19 jours de prospections ont ciblé *P. apollo* et 28 jours *P. mnemosyne*. Les prospections ont eu lieu entre les semaines 20 et 27 pour *P. mnemosyne* et 24 et 31 pour *P. apollo*. Deux types de zones ont été ciblés lors de ces prospections. Les secteurs « bibliographiques », correspondant aux zones dont l'objectif était d'actualiser des données jugées trop anciennes (observations antérieures aux années 2000). Les secteurs de « connexion », correspondant aux zones éloignées de plus de 2 kilomètres de populations déjà identifiées. Les prospections dans ces secteurs avaient pour objectif à la fois de découvrir de nouvelles populations mais également de « connecter » les différentes populations entre elles.

Du fait de la superficie de la zone d'étude (188 000 ha), nous avons décidé de privilégier le nombre de stations à la description des stations. Ainsi lors des prospections, lorsqu'un individu de l'espèce ciblée au sein d'une zone de prospection était observé, nous changions rapidement de zones sans chercher à préciser ou à qualifier la population identifiée.



Traitements des données :

L'ensemble des traitements statistiques et cartographiques réalisés dans le cadre de cette étude sont basés sur les données produites durant les 2 ans d'études cumulées aux données bibliographiques récoltées. L'objectif étant de présenter des résultats les plus proches possibles de la réalité du territoire, seules les observations réalisées à l'intérieur du périmètre du Parc (avec une tolérance de 2 km) ont été utilisées pour les analyses.

Pour la modélisation des habitats par espèce, nous nous sommes basés sur l'occupation du sol à grande échelle du Parc, élaborée à partir des campagnes photographiques les plus récentes au moment de sa réalisation, soit 2015 pour les Alpes-de-Haute-Provence et 2014 pour le département du Var.

Pour l'analyse des habitats de chaque espèce, un cercle de rayon 500 m a été créé autour du point GPS de l'ensemble des observations présentes dans la base de données. Sur chacun de ces cercles, une extraction des habitats (occupation du sol à grande échelle du Parc) et des surfaces correspondantes a été réalisée à l'aide du logiciel QGIS. L'analyse de ces surfaces et la corrélation avec leur représentativité à l'échelle du territoire d'étude nous a permis d'estimer les habitats sélectionnés positivement par *P. mnemosyne* et *P. apollo* au sein du Parc par la formule suivante : pourcentage de représentativité de l'habitat n dans un rayon de 500 m autour des données de *Parnassius* sp. / pourcentage de représentativité de l'habitat n à l'échelle du Parc * 100.

RÉSULTATS :

Compilation de données et prospections de terrain :

Au total, 328 observations bibliographiques ont pu être compilées sur ces espèces entre 1924 et 2015, et 132 localités de terrain ont pu être identifiées entre 2016 et 2017 par Asellia et Entomia.

Si la majorité des observations historiques concernent *P. apollo* (252 localités contre 76 pour *P. mnemosyne*), les observations réalisées par Asellia et Entomia sont largement en faveur de *P. mnemosyne* (82 observations pour *P. mnemosyne* et 50 pour *P. apollo*). Ce résultat est logique, au vu de l'effort de prospection prioritairement ciblé sur *P. mnemosyne*.

Les prospections de terrain réalisées ont permis d'augmenter le nombre de localités pour *P. apollo* de 30 % et pour *P. mnemosyne* de 110 %, ce qui est remarquable (fig. 1).

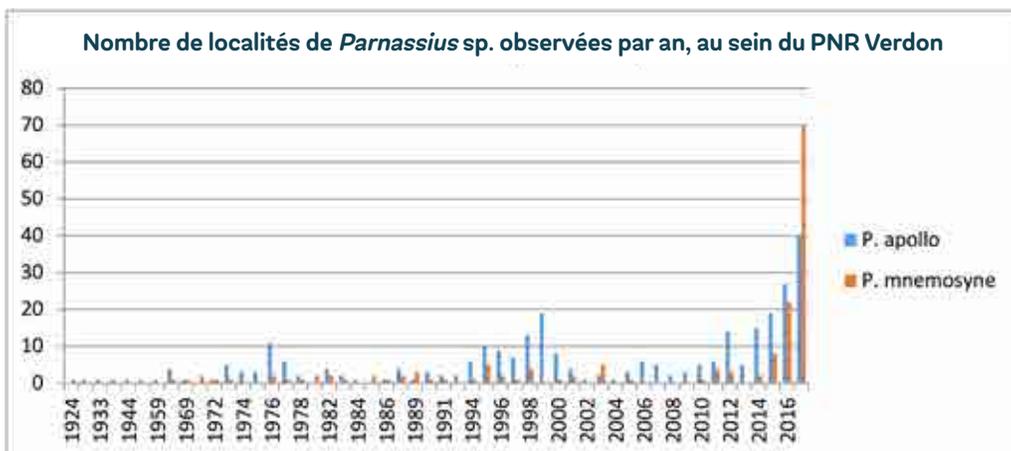


Figure 1

Répartition :

Au sein du Parc naturel régional du Verdon, *P. mnemosyne* et *P. apollo* sont largement répartis mais uniquement dans la moitié est du Parc : la plus montagneuse. À l'ouest du territoire, on les trouve ainsi du Grand Margès (Aiguines) au Montdenier (Saint-Jurs) ; à l'extrémité est, du Lachens (la Bastide) au Pic de Rent (Allons). Ces deux espèces semblent ainsi localisées aux abords des massifs dépassant les 1300 m d'altitude.

**Habitat :**

Si la répartition générale de ces deux espèces paraît relativement similaire, on observe toutefois localement des différences importantes quant à leur localité et habitats d'observation. (fig. 2)

P. mnemosyne a ainsi été essentiellement trouvé en ubac de crêtes au niveau des clairières ou zones d'ourlet proches de boisements. De très nombreuses observations ont pu être réalisées au niveau des lisières ensoleillées de secteurs frais et humides, dominés par des forêts de feuillus ou forêts mixtes. Plusieurs observations plus en altitude ont également été réalisées au niveau de pelouses alpines rases, ou de pentes rocheuses à buis, pierriers et secteurs thermophiles à résineux, voire directement butinant au sommet des crêtes.



Photo 3 : habitat favorable au semi-apollo - auteur : Raphael Colombo

P. apollo a quant à lui été essentiellement observé en sommet de crête ou adret, en contexte dénudé, à proximité de secteurs fleuris. De très nombreuses observations ont ainsi pu être réalisées sans qu'aucun site de reproduction favorable (présence d'Orpin ou Joubarbe) ne soit visible à proximité directe de l'observation réalisée.



Photo 4 : adret pierreux en crête favorable à l'Apollon - auteur : Raphael Colombo

Habitats positivement sélectionnés par les *Pomossius* au sein du PNRV

■ *P. apollo* ■ *P. miremosyne*

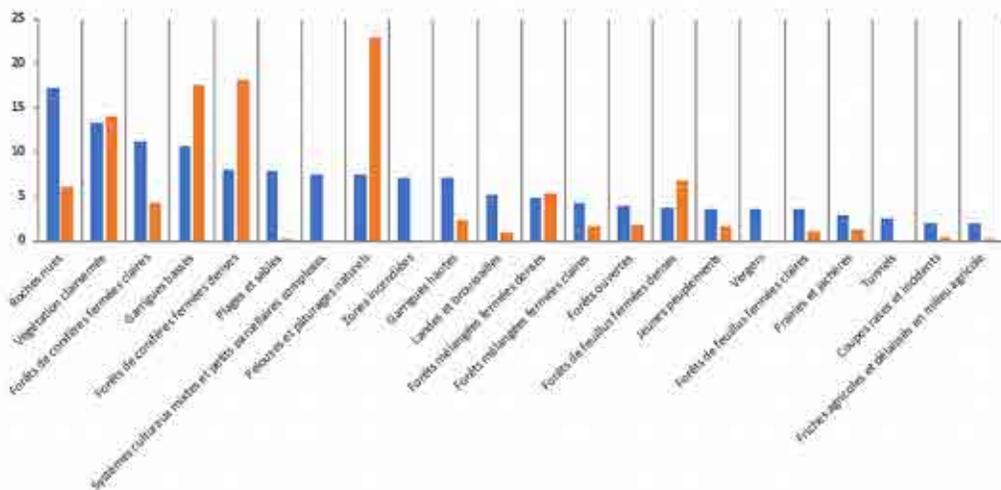


Figure 2

Phénologie :

Au sein du PNR Verdon, *P. mnemosyne* est majoritairement observable de la 20^e semaine à la 28^e, c'est-à-dire de mi-mai à fin juin. *P. apollo* semble lui plutôt observable entre la 24^e et la 31^e semaine de l'année c'est-à-dire de mi-juin à mi-juillet (fig. 3).

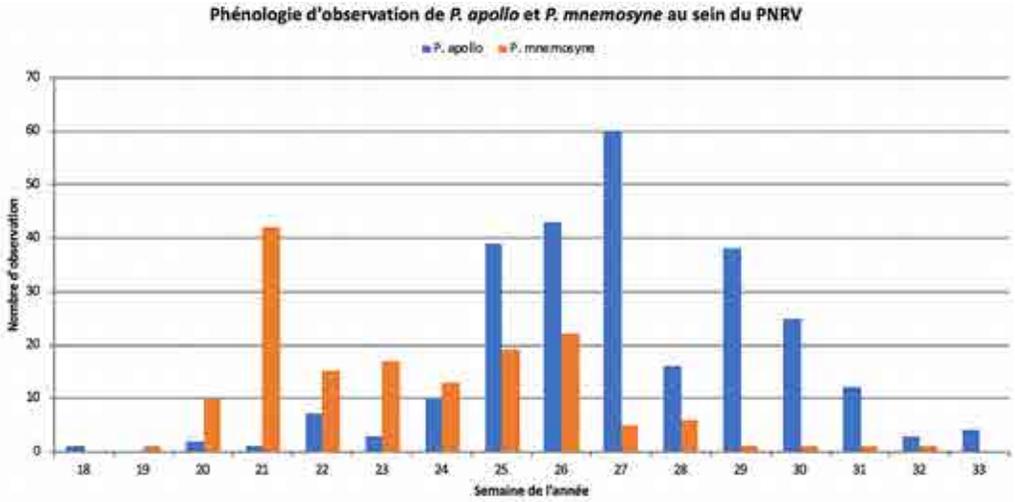


Figure 3

Répartition altitudinale :

L'altitude moyenne des données de *P. apollo* sur le territoire du Parc est de 1274 m avec un minimum à 507 m dans le ravin de Chanteloube (Montagnac) en 2009 et un maximum à 1996 m au sommet du Puy de Rent en 2015. On peut noter que l'on n'observe pas de différence significative si l'on scinde les observations d'individus isolés (plus probablement des individus erratiques ou loin de leur zones de reproduction) des observations d'individus groupés (2 ou supérieur). Les moyennes altitudinales (1303 m) et valeurs extrêmes (507 m - 1905 m) sont relativement similaires. Sur l'ensemble de la période considérée, 90 % des observations de *P. apollo* sont situées au-dessus de 930 m. Cette valeur est à peu près la même si l'on considère uniquement les observations postérieures à 2000 : 932 m.

L'altitude moyenne des données de *P. mnemosyne* sur le territoire du Parc est de 1463 m avec un minimum à 929 m au niveau de la Petite Forêt à Aiguines en 2016 et maximum à 1895 m au sommet des Quatre-Thermes sur la commune de La Garde en 2003. De la même manière, on n'observe pas de différence significative en scindant les observations d'individus isolés des observations d'individus groupés. Les moyennes altitudinales (1470 m) et valeurs extrêmes (950 m - 1895 m) sont relativement similaires. Sur l'ensemble de la période considérée, 90 % des observations de *P. mnemosyne* sont situées au-dessus de 1241 m. Cette valeur est à peu près la même si l'on considère uniquement les observations postérieures à 2000 : 1250 m. (fig. 4).



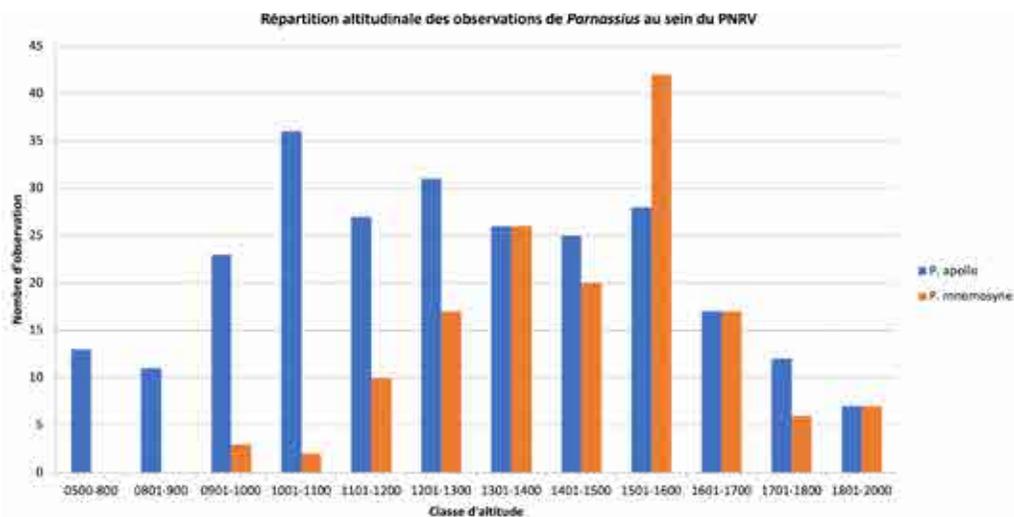


Figure 4

Analyse de la sélection des habitats par *P. mnemosyne* et *P. apollo*

Les analyses spatiales montrent que les principaux habitats positivement sélectionnés par *P. mnemosyne* au sein du PNR Verdon sont les « pelouses et pâturages naturels » (22 %), « garrigues basses » (18 %), « forêts de conifères fermées denses » (18 %) et « végétation clairsemée » (14 %).

Pour *Parnassius apollo*, les analyses spatiales (fig. 2) montrent que les principaux habitats positivement sélectionnés par l'espèce au sein du Parc sont les « roches nues » (17 %), « végétation clairsemée » (13 %), « forêts de conifères fermées claires » (11 %) et « garrigues basses » (10 %).

Si les habitats de milieux ouverts ou semi-ouverts ressortent logiquement comme *preferendum* pour les deux espèces de *Parnassius*, on peut toutefois s'étonner de la place importante des forêts de conifères fermées denses.

Dans les faits, il semble que le Mode d'occupation du sol sur lequel ont été basées les analyses n'est pas le plus adapté pour décrire les différents types de couverture forestière. Par photo-interprétation, une forêt est considérée comme dense quand le couvert arboré est supérieur à 75 % de la surface au sol. En pratique, à maintes reprises, les prospections de terrain ont montré que certaines forêts dites « fermées » n'étaient pas aussi denses qu'il y paraissait. Ainsi, des clairières connectées entre elles peuvent jouer le rôle de corridor de déplacement intra-forestier. Les observations de terrain ont également montré que les grandes pistes forestières enherbées pouvaient être des voies de circulation pour l'apollon.

Enfin, le semi-Apollon se rencontre souvent dans les pelouses d'altitude en lisière supérieure des forêts, ce qui peut contribuer aussi à donner « plus de poids » aux forêts.



Évolution de la répartition géographique

À l'échelle de nos zones de prospections (massif, crête...), l'ensemble des secteurs « historiques » où l'espèce n'avait plus été vue depuis 1999 ont pu être confirmés lors de cette étude. Ainsi, sur l'ensemble du Parc, aucun grand secteur n'est composé uniquement de données qualifiées d'anciennes (<1999). Ceci nous laisse penser que les populations de *P. mnemosyne* ou *P. apollo* sont toujours présentes dans leur aire historique et qu'aucune régression à large échelle n'a eu lieu.

Toutefois, de nombreuses stations n'ont pu être retrouvées malgré des prospections ciblées. Par exemple au col de St-Jurs, de nombreuses observations historiques de *P. mnemosyne* et *P. apollo* mentionnent l'espèce dès 1250 m. En 2016-2017, les seules stations retrouvées pour ces espèces étaient autour de 1350 m.

Évolution de la phénologie

Sur le siècle étudié, on constate également que les observations de *Parnassius* se font en moyenne plus tôt dans la saison (fig. 5).

Ainsi, avant les années 1980, le jour d'observation moyen dans l'année pour *P. apollo* était, le 190^e de l'année (~ 9 juillet). Sur la période d'étude (2016-2017) celui-ci est le 176^e (~ 25 juin), soit environ 2 semaines de décalage phénologique moyen en quelques décennies.

Concernant *P. mnemosyne*, avant les années 1980, le jour d'observation moyen était le 174^e de l'année (~ 23 juin). Sur la période d'étude (2016-2017), celui-ci est le 153^e (~ 2 juin) soit environ 20 jours de décalage phénologique moyen en quelques décennies.

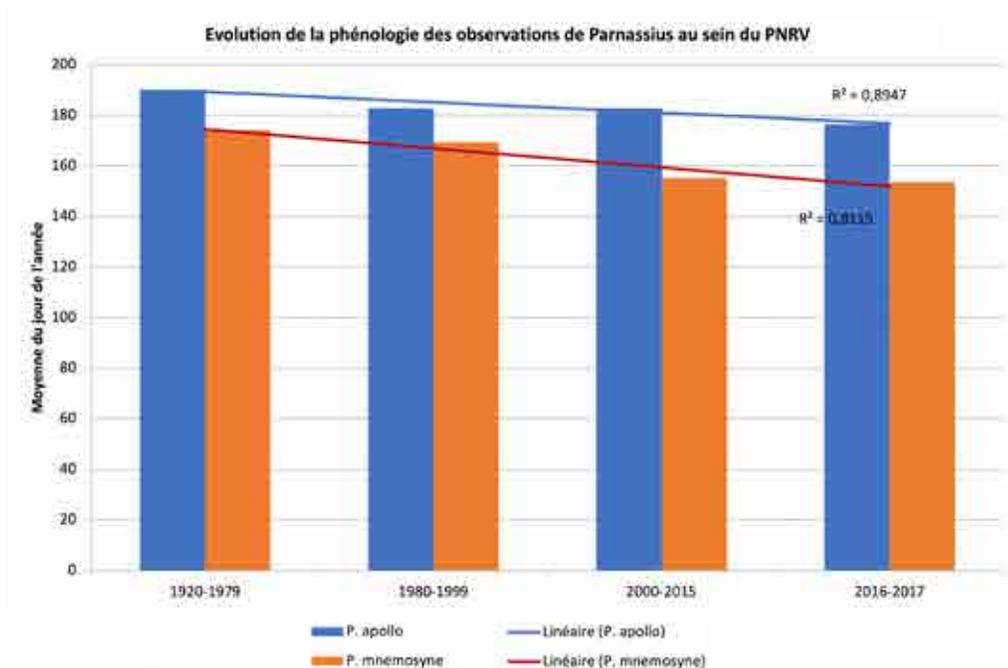


Figure 5



Evolution altitudinale

Sur le siècle en cours (1920-2017), on constate également au sein du territoire du Parc une différence importante dans les altitudes moyennes d'observations des *Parnassius* (fig. 6). Ainsi en un demi-siècle, les observations de *P. apollo* se font en moyenne 400 m plus haut, passant de 1050 m avant les années 1980 à 1436 m en 2016-2017. De la même manière pour *P. mnemosyne*, les altitudes moyennes d'observations de l'espèce semblent avoir augmenté, passant de 1330 m avant les années 1980 à près de 1500 m aujourd'hui.

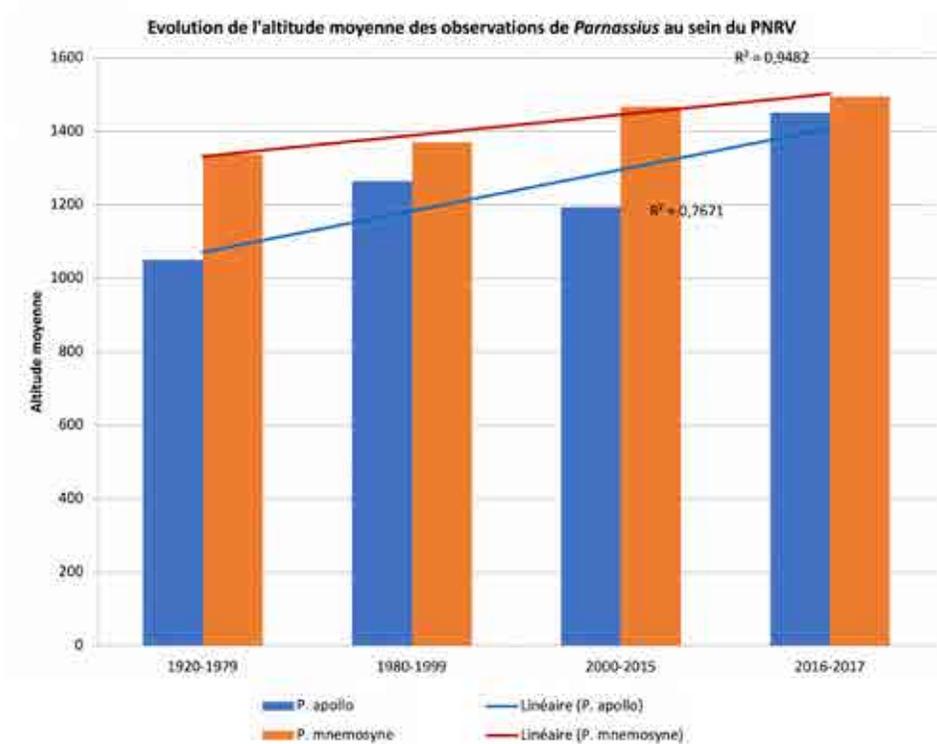


Figure 6

En comparant pour chaque période donnée, la proportion d'observations par classe d'altitude, on s'aperçoit pour les deux espèces (fig. 7a & 7b) que la proportion d'observations à des altitudes hautes (1400-2000 m) augmente considérablement au détriment des observations de basse altitude (750-1200 m). Ainsi, aujourd'hui plus de 70 % des observations de *P. mnemosyne* se font au-dessus de 1400 m d'altitude. Avant 1980, elle n'était que 30 %. De la même manière pour *P. apollo*, 40 % des observations de l'espèce étaient réalisées sous les 1000 m avant 1980. Il n'y en a eu aucune lors de notre étude.



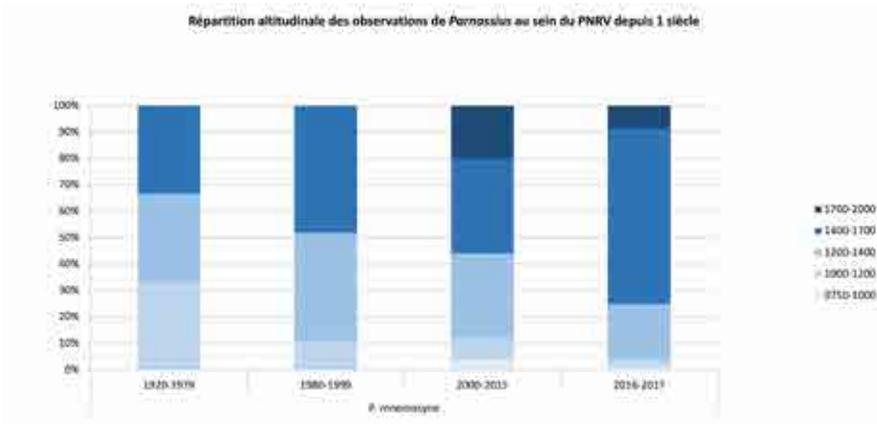


Figure 7a

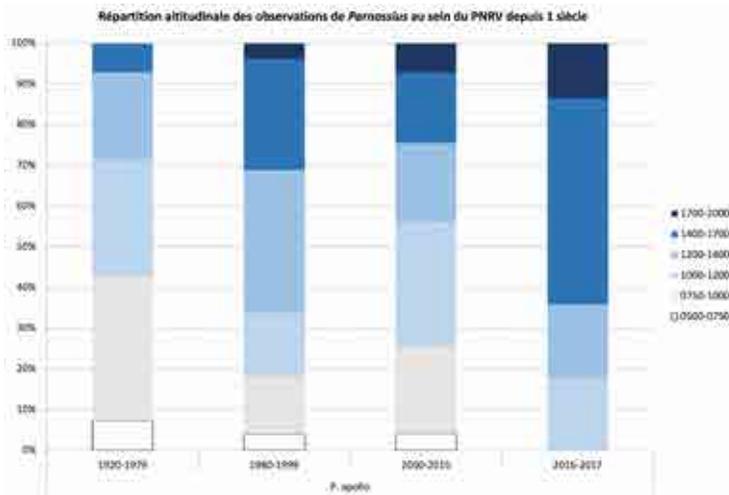


Figure 7b

PREMIERS EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?

Le décalage phénologique dans les observations de *Parnassius* qui se font toujours plus tôt en saison, et la remontée altitudinale des observations nous semblent relativement marqués et nous paraissent logiquement associés à des modifications dans la période de vol et la niche écologique de ces deux espèces.

Ces décalages phénologiques et altitudinaux sur un pas de temps relativement rapide (moins d'un siècle) pourraient être un effet du réchauffement climatique qui semble pousser les *Parnassius* à émerger plus tôt en saison et se reproduire toujours plus haut en altitude, pour conserver leur niche écologique.

Ce constat, fait à l'échelle du PNR Verdon, est relativement cohérent avec les différentes études menées de par le monde sur les *Parnassius*. Ainsi, Ashton et Al (2009) en Espagne ont montré que la sélection des micro-habitats larvaires était significativement liée à la température ambiante. Yu et Al. (2012) en Chine a pu corréliser significativement depuis 30 ans, l'élévation de 0,2°C par décennie de la température hivernale depuis 1981 avec une augmentation de 8 % par décennie du nombre d'individus de *P. apollo* observés à haute altitude (2100-2700) et une diminution de 4 % à 10 % des individus observés à basse altitude (1100-1600).



QUEL LIEN AVEC LA TRAME VERTE ET BLEUE ?

Parnassius apollo et *Parnassius mnemosyne* sont deux espèces fonctionnant sur des systèmes de métapopulations (Descimon, 2006) plus ou moins interconnectées entre elles. Si les chenilles ne se déplacent quasiment pas, les adultes ont eux des capacités de dispersion relativement importantes (de l'ordre de 3 à 5 km). Toutefois, dans les faits, les différentes études réalisées, montrent des comportements d'individus relativement sédentaires, et restant autour des milieux les plus favorables pour le développement larvaire. Ainsi les déplacements moyens d'individus semblent quasiment exclusivement inférieurs à 500 m avec de rares exceptions à 2 ou 3 km (Välimäki & Itämies, 2003) (Konvicka & Kuras, 1999) (Brommer & Fred, 1999) et (Fred & Brommer, 2009).

Cette faible distance de dispersion suggère que la probabilité d'échanges d'individus entre populations existantes diminue rapidement quand la distance augmente. Pour Välimäki & Itämies, (2003) au-delà de 3 kilomètres, cette probabilité est très faible. Konvicka & Kuras (1999) estiment qu'une population séparée des autres par 15 kilomètres de surface non favorable peut être considérée comme totalement isolée. À cette distance, Meglecz et Al. (1999) ont également montré que deux populations avaient une diversité génétique très différente, indiquant une dérive génétique importante liée à l'isolement.

Au sein du territoire du Parc du Verdon, l'ensemble des stations identifiées pour *P. apollo* semblent relativement connectées entre elles. En effet, aucune observation n'est éloignée de plus de 3 km d'une autre observation (hormis au niveau de la montagne de Robion : à 4 km des stations les plus proches). De la même manière, aucune population (regroupement de stations de moins de 3 km) ne semble complètement isolée (fig. 8).

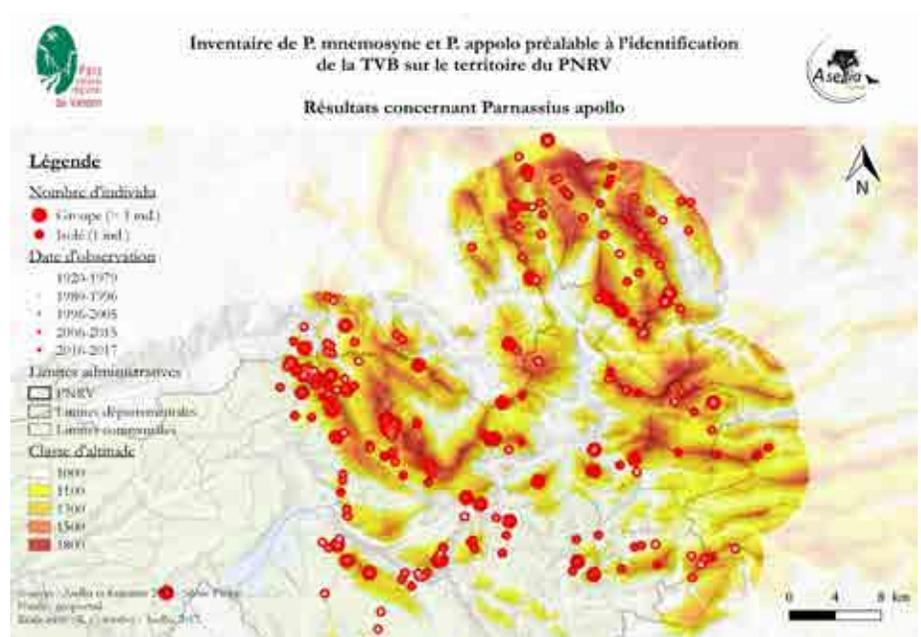


Figure 8 : répartition des stations à *Parnassius apollo* recensées sur le territoire du Parc

Pour *P. mnemosyne* le constat semble différent (Fig. 9). Ainsi, de nombreuses stations sont éloignées de plus de 3 km d'autres stations connues (Montagne de l'Allier, Montdenier, Chiran, Destourbes, Robion, Pensier...), ce qui pose la question de l'isolement possible de ces petites populations.

Sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon, les populations les plus abondantes et les plus importantes pour ces deux espèces sont généralement situées sur les crêtes les plus hautes (>1600 m) et les plus grandes (Montdenier, Pré Chauvin, Destourbes, Teillon, Chamatte, Courchons...). Toutefois, les nombreux petits monts ou crêtes d'altitude plus faibles (1100-1300) ou modérées (1300-1500), reliant ces grandes entités, hébergent également régulièrement de belles populations de *Parnassius* et jouent vraisemblablement un rôle fonctionnel majeur pour connecter l'ensemble des massifs du Parc entre eux. Si ces espèces continuent leurs remontées altitudinales à ce rythme dans les prochaines décennies, nous pouvons envisager une disparition rapide des stations les plus basses en altitude comme Seraje et le sommet de la Fumée (Castellane), Collet barris, cime de Barbin, et la crête de l'Issioule (La Palud), la Colle de Blieux (Blieux) ou " Derrière la Roche " (Soleilhas)...

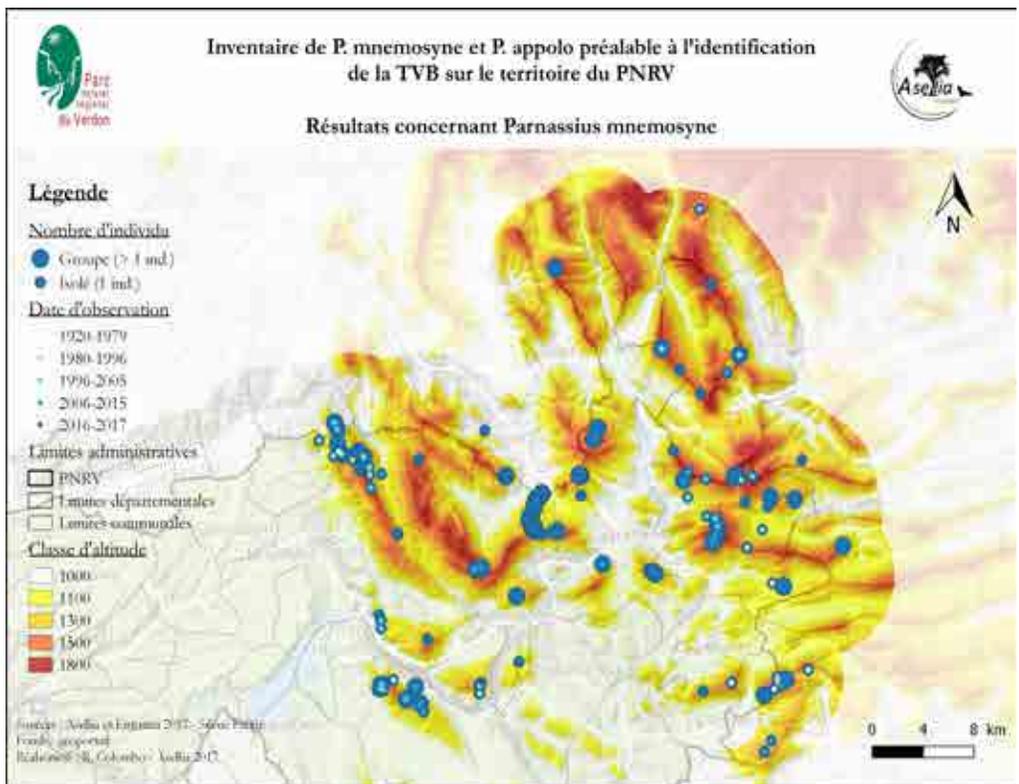


Figure 9 : répartition des stations à *Parnassius mnemosyne* recensées sur le territoire du Parc

La disparition de ces stations isolerait sans doute de nombreuses populations de façon irréversible, dégradant alors un peu plus l'état de conservation de leurs populations.





CONCLUSION :

À travers cette étude, nous avons pu synthétiser l'ensemble des connaissances bibliographiques disponibles sur deux espèces rares, menacées et emblématiques du Parc naturel régional du Verdon : *Parnassius apollo* et *Parnassius mnemosyne*. Suite à une compilation des données historiques, et à d'importantes prospections de terrain ciblées, nous avons également vérifié un grand nombre de secteurs ou aucune observation n'avait pu être réalisée depuis plus de 15 ans, mais également découvert de nombreuses stations encore inconnues, venant alimenter et améliorer la connaissance de ces espèces sur le territoire.

Les analyses cartographiques et statistiques réalisées grâce au très important jeu de données compilé sur ces espèces nous permettent à la fois de mieux comprendre leur écologie sur le territoire (habitat, altitude, phénologie) mais également de prouver des évolutions rapides dans cette écologie : décalage phénologique, remontée altitudinale, disparition des stations les plus basses...

Si aucune régression à large échelle n'a pu être constatée lors de cette étude, le rôle important des stations de basse altitude dans le maintien d'une relative connectivité entre métapopulation est préoccupant. En effet, ces stations semblent les plus fragiles et les plus sensibles quant aux effets du réchauffement climatique, poussant les individus à se reproduire toujours plus haut en altitude.

La mise en place de mesures de gestion spécifiques et favorables à ces espèces comme le maintien d'habitats en mosaïque et le pâturage tardif (Westin et al. 2018), nous paraît donc aujourd'hui indispensable, notamment de manière prioritaire sur ces stations particulièrement sensibles de basse altitude.



REMERCIEMENTS :

Nous tenions ici à remercier l'ensemble des personnes qui nous ont aidés dans la compilation des données bibliographiques, la réalisation des inventaires ou l'analyse des résultats et notamment : Yoan Braud, Romain Fernandez, Richard Faye, Audrey Pichard, Airelle Colombo, Nadège Roger, Samuel Donneaud, Alain Abba, Valentin Mege et Antoine Gueydon, Eléonore et Joséphine Long. Merci enfin à Dominique Chavy, pour ses conseils précieux, ses relectures avisées et son insatiable motivation tout au long de cette étude.



Photo 5 : joubarbe aranéuse, une des plantes hôtes du papillon apollon - auteur: Dominique Chavy

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques :

ASHTON, SARAH & Gutierrez, David & Wilson, Robert. (2009). *Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly : Implications for species responses to climate change*. Ecological Entomology. 34. 437 - 446.

BROMMER, J. E., & FRED, M. S. (1999). *Movement of the Apollo butterfly Parnassius apollo related to host plant and nectar plant patches*. (Vol. 24). Ecological entomology.

COLOMBO R, BRAUD Y. et FERNANDEZ R. 2017. *Inventaire de Parnassius mnemosyne et Parnassius apollo préalable à l'identification de la trame verte et bleue sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon*. Rapport d'étude ASELLIA et ENTOMIA [rapport non publié] 42 p.

DESCIMON, H. (2006). *La conservation des Parnassius de France*. Situation en 1995 et situation en 2006, 11 ans après. Bulletin des Lépidoptéristes parisiens. (Vol. 15).

FRED, M. S., & BROMMER, J. E. (2009). *Resources influence dispersal and population structure in an endangered butterfly* (Vol. 2). Insect conservation and diversity.

KONVICKA, Martin & VLASANEK, Petr & HAUCK, David. (2006). *Absence of forest mantles creates ecological traps for Parnassius mnemosyne (Papilionidae)*. Nota Lepidopterologica. 29.

MEGLÉCZ, E., NÈVE, G., PECSENYE, K., & VARGA, Z. (1999). *Genetic variations in space and time in Parnassius mnemosyne (L.) (Lepidoptera) populations in north-east Hungary : implications for conservation*. (Vol. 89). Biological Conservation.

MERLET, F., & HOUARD. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Semi-Apollon (Parnassius mnemosyne (Linnaeus, 1758) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Paris : Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle.

VÄLIMÄKI, P., & ITÄMIES, J. (2003). *Migration of the clouded Apollo butterfly Parnassius mnemosyne in a network of suitable habitats - effects of patch characteristics*. Ecography. (Vol. 26).

WESTIN, Anna & LENNARTSSON, Tommy & BJÖRKLUND, Jan-Olov. (2018). *The historical ecology approach in species conservation - Identifying suitable habitat management for the endangered clouded Apollo butterfly (Parnassius mnemosyne L.) in Sweden*. AIMS Environmental Science. 5. 244-272.

YU, F & WANG, H & WANG, S & ZHANG, Q & Ji, R. (2012). *Response of Parnassius apollo population and vertical distribution to climate warming*. Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica. 32. 6203-6209. 10.5846/stxb201107281107.





LE PETIT RHINOLOPHE, PEUPLE DISCRET ET MENACÉ DES HAMEAUX ET VILLAGES DU VERDON

Auteurs de l'article :

- Anne Ferment avec la contribution de Maud Le Nagard

Statut du petit rhinolophe :

- Cette espèce est intégralement protégée sur l'ensemble du territoire français depuis l'Arrêté ministériel du 17 avril 1981 (J.O.R.F. du 19/05/1981).
- Elle est inscrite à l'Annexe II et IV de la Directive de l'Union européenne "Habitats-Faune-Flore" (J.O.C.E. du 22/07/1992).
- Elle est considérée comme une espèce à préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible) sur la liste rouge des espèces menacées en France (UICN, évaluation 2017) et dans le monde (évaluation 2016). En 1994, elle était classée espèce vulnérable sur la liste rouge française. Classée espèce prioritaire dans le cadre du Plan national d'actions en faveur des chiroptères
- Convention de Bonn : annexe II
- Convention de Berne : annexe II.



MOTS CLÉS : PETIT RHINOLOPHE, CHIROPTÈRES, VERDON

Photo 1 : petit rhinolophe - auteur : Dominique Chavy

BIOLOGIE ET MŒURS

- Utilise le vol rapide et papillonnant pour se déplacer et l'émission d'ultrasons pour se diriger et chasser. Le vol peut être plus lent, plané et entrecoupé de brusques demi-tours lors de la chasse. La hauteur de vol est généralement faible, jusqu'à 5 m, mais peut atteindre 15 m selon la hauteur de la végétation. Du fait de son écholocation particulière, le petit rhinolophe est l'espèce de chiroptères présentant la détectabilité la plus faible (Barataud et al.). Leurs signaux sonar en très haute fréquence ont une portée de 4 à 5 m (CEN Midi-Pyrénées & al., 2011).
- Sédentaire, il effectue généralement des déplacements de 5 à 10 km (jusqu'à 30 km) entre les gîtes d'été et ceux d'hiver (déplacement maximal connu : 146-153 km). Les déplacements en chasse depuis les gîtes de reproduction sont généralement de moins de 2 à 3 km.
- Il ne s'agit pas d'une espèce fissuricole et fait partie des rares chauves-souris françaises qui se suspendent. Enveloppée totalement ou partiellement dans ses ailes, il ressemble alors à « un petit sac noir ».
- **Les accouplements ont lieu de l'automne jusqu'au printemps.**
- **Il hiberne d'octobre-novembre à mi-mars** (CEN Midi-Pyrénées & al.) en fonction des conditions climatiques locales, isolé ou en groupes lâches sans contact, suspendus au plafond ou le long d'une paroi.
- **Les femelles forment en mai des colonies de mise bas d'effectif variable (de 10 à plus d'une centaine d'individus)**, parfois associées au grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) à plusieurs espèces de murins, (*Myotis myotis*), (*Myotis emarginatus*) ou Murin de Daubenton (*Myotis daubentoni*) sans toutefois se mélanger. De mi-juin à mi-juillet, au sein d'une colonie, 20 à 60 % des femelles donnent naissance à un seul jeune. Ils sont émancipés autour de 6 à 7 semaines.
- Diptères, lépidoptères, névroptères et trichoptères, associés aux milieux aquatiques et boisés humides, sont les ordres d'insectes principalement consommés. Le petit rhinolophe, espèce opportuniste, se nourrit également d'hyménoptères, coléoptères, araignées, psocoptères, homoptères et hétéroptères. Il consomme des proies variant de 3 à 14 mm. **Les insectes sont capturés après poursuite en vol, contre le feuillage ou les branchages et parfois au sol (glanage)**, et ils sont ensuite ingérés en vol, au sol ou sur un repositoir, notamment pour les plus volumineux.

RÉPARTITION DE L'ESPÈCE

L'aire de répartition du petit rhinolophe couvre l'Afrique du Nord jusqu'à l'Arabie Saoudite et la partie occidentale du continent eurasiatique depuis les îles britanniques jusqu'en Asie centrale. En Europe, ce petit rhinolophidé est connu depuis l'ouest de l'Irlande et l'Espagne jusqu'au sud de la Pologne, aux rives de la mer Noire et à la Turquie



Figure 1 : carte de répartition du petit rhinolophe en Europe (2004) - Source : Soieta europaea mammalogica, 2010

Disparu des Pays-Bas et du Luxembourg, le petit rhinolophe est en forte régression dans le nord et le centre de l'Europe : Grande-Bretagne, Belgique, Allemagne, Pologne et Suisse (fig. 1).

En France, il est absent d'Ile-de-France et du département du Nord et s'avère peu commun à très rare (moins de 5 ind.) dans la plupart des départements situés au nord d'une limite ouest, est allant de la Manche au Bas-Rhin. Il en est de même pour quelques départements de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, de la côte atlantique, ainsi que du pourtour méditerranéen (fig. 2).

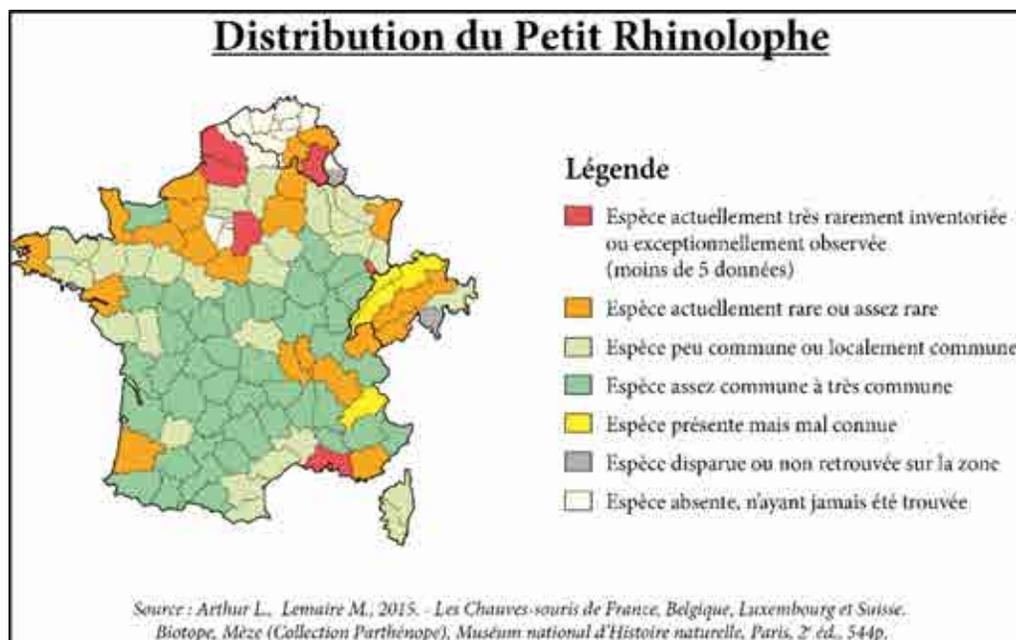


Figure 2 : carte de répartition française du petit rhinolophe (2015) - source : Arthur L., Lemaire M., 2015)

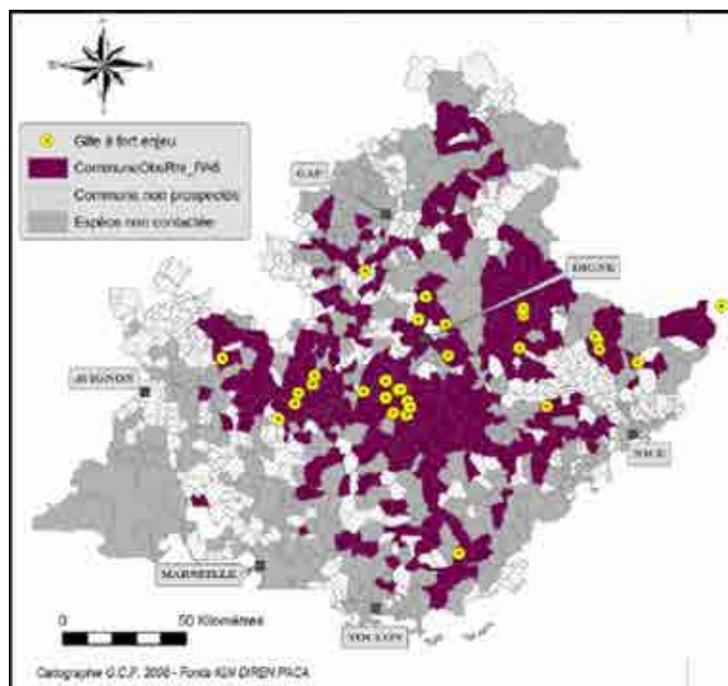


Figure 3 : carte de répartition du petit rhinolophe en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (GCP, 2010)

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le petit rhinolophe est observé dans tous les départements mais avec de fortes disparités. Il a pratiquement disparu de la frange littorale urbanisée des Bouches-du-Rhône où il est maintenant localisé au nord de la Sainte-Victoire, ainsi qu'à l'est, dans les contreforts de la Sainte-Baume, où il reste rare. Il est en forte régression dans le Var et les Alpes-Maritimes, notamment sur le littoral, ainsi que dans le Vaucluse où il a même disparu de la partie occidentale. Il semble par contre se maintenir dans les Alpes-de-Haute-Provence, les Hautes-Alpes et l'arrière-pays des Alpes-Maritimes (LPO PACA GCEM & GCP, 2016). (figure 3).

Les bastions principaux en Provence-Alpes-Côte d'Azur sont : les secteurs d'Entraunes-Daluis, la vallée de la Roya (Alpes-Maritimes), le Verdon (Alpes-de-Haute-Provence et haut Var), le pourtour de la Bléone (Alpes-de-Haute-Provence), le plateau de Vachères (Alpes-de-Haute-Provence et Vaucluse), les Baronnies (Hautes-Alpes). Ces secteurs abriteraient probablement plus de 10 % de la population continentale française de petit rhinolophe (GCP, 2015). La population régionale est estimée à 4500 individus (LPO PACA GCEM & GCP, 2016)



DÉCOUVERTE DE L'IMPORTANCE DU VERDON POUR LE PETIT RHINOLOPHE

C'est en 1997 que le Parc naturel régional du Verdon commande la première synthèse des chauves-souris présentes sur son territoire. Le CEEP (Conservatoire, études et écosystèmes de Provence) réalise ce travail, complété de prospections. Il est ainsi mis en évidence la présence de 2 populations notables de chiroptères sur le territoire du Verdon, le murin de Capaccini et le petit rhinolophe.

Les plus anciennes données recueillies datent de 1992 et sont issues de l'inventaire des chauves-souris de la réserve nationale géologique des Alpes-de-Haute-Provence (CEEP, 1997).

30 % des observations concernent le petit rhinolophe. 8 gîtes sont des gîtes de reproduction dont les effectifs varient entre 5 et 20 femelles (bâtiments sur les communes de Blieux, Puimoisson, La Palud-sur-Verdon, Estoublon Comps-sur-Artuby). Plusieurs gîtes souterrains d'hibernation sont également repérés (canal du Verdon, baumes et grottes dans les basses gorges, les grandes gorges et les gorges de l'Artuby). Le grand rhinolophe et le très rare rhinolophe euryale (un seul site identifié dans les gorges de l'Artuby et un site connu historiquement à La Palud, mais où l'espèce n'a pas été retrouvée), côtoient régulièrement le petit rhinolophe en hiver.

En 1998, des inventaires complémentaires sont réalisés par le CEEP en mettant l'accent sur la recherche de colonies de petit rhinolophe, dans la partie ouest du Parc du Verdon, lequel semble présenter un intérêt particulier pour l'espèce. 21 communes sont prospectées, essentiellement sur le plateau de Valensole (peu prospecté en 1997 et sur lequel peu de données existaient) et les basses gorges du Verdon.



Entre 1997 et 1998, ce sont donc 25 gîtes de reproduction qui sont mis en évidence sur les communes du Verdon. Les effectifs des colonies de reproduction découvertes varient entre 3 et 49 individus (jeunes compris). Les gîtes les plus importants ont été trouvés en 1998 sur Roumoules (36 ind.) et Artignosc (49 ind.) et en 1997 sur Puimoisson (27 ind.) et Blieux (28 ind.). Les gîtes les plus nombreux se trouvent sur les communes situées entre Saint-Jurs et Sainte-Croix-de-Verdon (18 % des bâtiments prospectés sont occupés et 30 % des bâtiments montrent des indices de présence, notamment du guano). Les colonies situées entre Puimoisson, Roumoules et Moustiers sont distantes de 1,5 à 3 km et le nombre d'individus peut fluctuer d'un jour à l'autre dans les gîtes. **D'après la bibliographie de l'époque et les témoignages, les petits rhinolophes occupent ainsi tout un réseau de gîtes qui leur sont favorables et peuvent se déplacer d'un gîte à l'autre.**

La population de petit rhinolophe du Parc naturel régional du Verdon apparaît donc comme un point fort de son patrimoine naturel. Paradoxalement, elle est étroitement liée au patrimoine bâti (CEEP, 1998). Il apparaît déjà à l'époque que parmi les gîtes identifiés, un tiers est menacé de disparition à court ou moyen terme (perspectives de rénovation par le propriétaire, effondrement des bâtiments ruinés).

C'est en août 2002, qu'est découverte la plus importante colonie de reproduction pour l'espèce sur le plateau de Valensole lors d'un sauvetage réalisé par le GCP (entre 150 et 200 individus dans un bâtiment privé sur la commune d'Allemagne-en-Provence.).



Photo 2 : colonie de reproduction de petits rhinolophes dans un bâtiment du plateau de Valensole
auteur : Dominique Chavy



En 2004, la DIREN commande au GCP (Groupe chiroptères de Provence) un bilan scientifique des populations régionales d'espèces de chiroptères d'intérêt communautaire sur les sites Natura 2000 « Entraunes », « Vachères » et « Plateau de Valensole ».



Tableau 1 - Résultats de l'étude du GCP sur les sites d'Entraunes, Vachères et Plateau de Valensole (GCP, 2004)

Site	Intérêt pour le Petit rhinolophe (données GCP, 2004)	Fonctionnement supposé des colonies
Entraunes	6 colonies de reproduction ou groupes d'individus, proches de moins de 6 km le long de la vallée du Var (effectif de la population évaluée à 750 ind. dans GCP, 2010)	La proximité relative des colonies laisse supposer une organisation en méta-colonies. Les individus d'une colonie sont susceptibles d'interagir avec ceux d'une colonie voisine pour la reproduction ou l'hibernation, ou encore de partager les mêmes territoires de chasse. Cette interaction est d'autant plus probable que les colonies se succèdent en ligne le long de la même vallée, laissant supposer des déplacements linéaires bilatéraux plutôt qu'une dispersion en étoile autour des gîtes (GCP, 2004).
Vachères	33 colonies de reproduction proches de 150 m à 7 km disposées sur 2 vallées principales : le Calavon et la Largue (effectif de la population reproductrice évaluée à 560 ind. dans GCP, 2004 et effectif de la population évaluée à 500 ind. dans GCP, 2010). 48 gîtes d'estive, d'hibernation ou de transit sont également recensés sur ce secteur.	
Plateau de Valensole	26 colonies de reproduction distantes de 1 à 7 km réparties le long de la vallée du Colostre. La colonie d'Allemagne-en-Provence est distante de 12 km par rapport à la colonie la plus proche (effectif de la population reproductrice évaluée à 590 ind.). 8 gîtes d'estive, d'hibernation ou de transit sont également recensés sur ce secteur.	Toutes ces colonies de reproduction se trouvent exclusivement dans des bâtiments.

Par la suite, entre 2005 et 2010, plusieurs inventaires « petit rhinolophe » vont se succéder sur le site Natura 2000 « plateau de Valensole », permettant ainsi de confirmer l'importance de ce secteur, et notamment de la vallée du Colostre pour cette espèce.

En 2010, le plateau de Valensole est donc jugé comme étant le site Natura 2000 comptant le plus grand nombre de métapopulations de petit rhinolophe en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec un effectif reproducteur global de 1230 ind., répartis sur 51 gîtes de reproduction connus (dont 8 colonies majeures comportant plus de 50 ind. en reproduction).



Cependant, étant donné la vaste surface de ce site (45 000 ha), il ne s'agit pas du site où la densité est la plus importante (surface des habitats favorable réduite du fait de la présence de grandes zones cultivées, notamment en lavandin et blé dur, et où le bocage est parfois très limité).

Ce travail a confirmé l'intérêt du Colostre où se concentre la majorité des gîtes. Il a également confirmé **l'intérêt des mines d'eau** (très présentes sous les villages du plateau de Valensole), pour le petit rhinolophe. Cependant, que ce soit en période estivale ou hivernale, seuls des individus isolés ont été observés dans ces mines.

Fort de ces résultats encourageants, mais qui mettent l'accent sur la grande fragilité des gîtes de petit rhinolophe, le Parc naturel régional du Verdon décide de poursuivre les inventaires de cette espèce sur son territoire. **Ces inventaires sont menés dans le cadre du plan d'actions chiroptères du Parc du Verdon, déclinaison territoriale du plan d'actions régional pour les chauves-souris. Le GCP mène ce travail de prospection en 2012 (partie est, nord et sud) et 2013 (haut Var) sur 35 communes du Parc encore non ou peu prospectées.**

Tableau 2 - Résultats des études menées par le GCP, sur la partie est et la partie haut Var du Parc du Verdon, pour le petit rhinolophe (GCP, 2013)

	Nombre de sites contrôlés	Nombre de gîtes estivaux	Nbre de gîtes de reproduction	Effectifs estimés (dont les jeunes)	Nombre de colonies majeures (> 50 ind. en reproduction)
2012 Partie est	444 (21 communes)	78	39	1150 (1-1250)	7
2013 haut Var	466 (14 communes)	31	15	456 (4-150)	2
TOTAL	910 sites	109	54		9 colonies majeures

Ces nouveaux inventaires révèlent que tout comme le plateau de Valensole, le moyen et le Haut-Verdon, l'Artuby et le haut Var représentent également des territoires importants pour le petit rhinolophe.

Les gîtes utilisés pour la reproduction sont des bâtiments abandonnés ou des parties de maison non habitées et l'on notera que les colonies comptant le plus grand nombre d'individus se situent toutes près d'un linéaire ou d'un plan d'eau.



Il a aussi été mis en évidence des gîtes de reproduction en cavité souterraine. Fait exceptionnel en France, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur abrite en effet des sites de reproduction naturels (grottes et abris sous roches de façon très localisée) (GCP, 2013). Ainsi une grotte d'importance a été trouvée grâce aux habitants d'Allons, où se reproduisent chaque année environ 70 Petits rhinolophes.

Enfin, il est à noter que les mines d'eau, principaux gîtes d'hibernation connus sur le plateau de Valensole, ont toutes un développement supérieur à 10 m de long et procurent une température fraîche et constante nécessaire à la léthargie du petit rhinolophe. La présence d'eau n'est pas un élément caractéristique puisque des individus en hibernation ont été observés à la fois dans des mines pourvues d'eau et à la fois dans des mines sans eau (GCP, 2010).

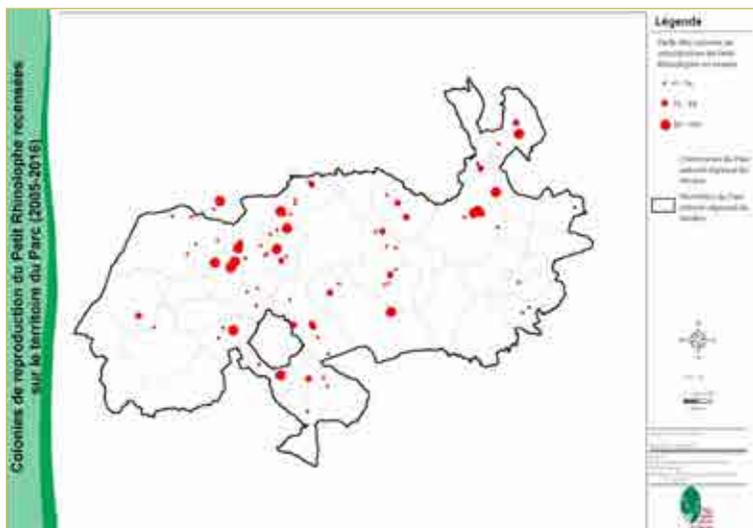


Figure 3 : colonies de reproduction du petit rhinolophe recensées sur le territoire du Parc (PNRV, 2016)

Si l'on rassemble les données de gîtes inventoriés sur le territoire du Verdon entre 1998 et 2017, on trouve au total, près de 200 gîtes hébergeants⁽¹⁾ le petit rhinolophe. Parmi eux, on compte 112 gîtes de reproduction et 18 gîtes de reproduction majeurs (fig. 4 et 5).

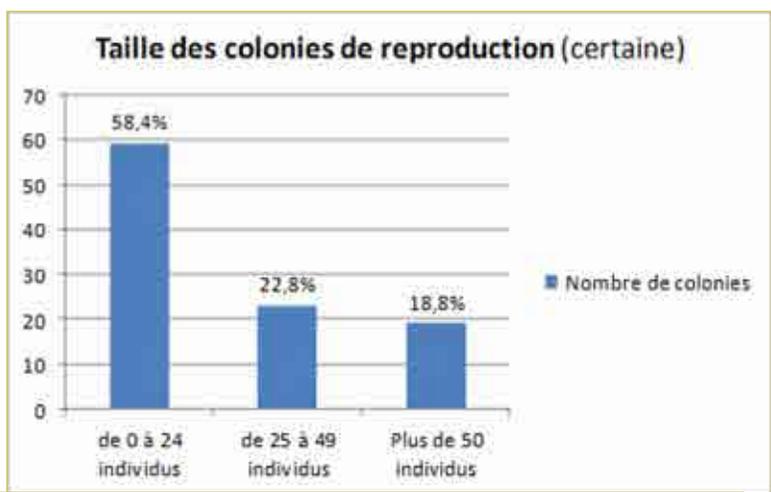


Figure 4 : taille des colonies de reproduction sur le territoire du PNRV (2014)

⁽¹⁾ Il s'agit de gîtes de reproduction, d'hibernation, de transit ou d'estive. Ce chiffre ne tient pas compte des gîtes ayant disparu sur la période 1998-2017. Enfin, il ne tient pas compte non plus des gîtes connus sur le camp de Canjuers (suivi par le CEN PACA).



Photo 3 : bâtiment utilisé par le petit rhinolophe pour sa reproduction - auteur : Tanguy Stoecklé



Photo 4 : mine d'eau prospectée sur le plateau de Valensole
auteur : Tanguy Stoecklé



Photo 5 : colonie de reproduction de petit rhinolophe dans un bâtiment - auteur : Anne Ferment

MENACE D'IMPORTANCE SUR LE BÂTI DES VILLAGES ET DÉCLIN DES GÎTES

Malheureusement, en plus de révéler un nombre important de gîtes, tous ces inventaires, montrent également une menace très importante sur le bâti utilisé par l'espèce et donc sur la pérennité des gîtes à petit rhinolophe : une tendance claire et rapide à la rénovation hermétique des bâtiments. De nombreuses constructions sont aujourd'hui des habitations sans espace pour la faune et de nombreuses colonies de petits rhinolophes ont été vues dans des bâtiments en travaux.

Un bilan dressé par le Parc du Verdon en 2017, à partir du suivi de gîtes de reproduction les plus importants, réalisé chaque année, indique un déclin des effectifs entre 2004 et 2017, lequel est particulièrement marqué entre 2008 et 2014. **Entre 2010 et 2017, soit en moins de 10 ans, 8 % des gîtes suivis ont disparu et près de 20 % sont identifiés comme menacés à court ou moyen terme.**

On assiste parfois à un autre phénomène, le grossissement des effectifs dans certains gîtes. Ceci pourrait traduire la disparition de certains gîtes, impliquant le regroupement de plusieurs colonies dans un même gîte. Ainsi des colonies majeures comme celles de Brunet (rénovation), celle de Quinson découverte en 2012 (rénovation) ont disparu ces dernières années. Celle de Demandolx a vu ses effectifs quasiment doubler en 2018, l'une des hypothèses étant la disparition d'un ou de plusieurs gîtes situés à proximité.

Parallèlement, le petit rhinolophe semble s'adapter à de nouveaux types de gîtes (vides sanitaires, buses d'écoulement des eaux...) (GCP, 2013).



VERS UNE CONNAISSANCE PLUS FINE DE L'ÉCOLOGIE DE L'ESPÈCE DANS LE VERDON

En 2010, dans le cadre de l'inventaire des colonies de petit rhinolophe sur le plateau de Valensole, le GCP a réalisé une évaluation de la favorabilité des habitats pour cette espèce.

Les milieux favorables au petit rhinolophe sur le site étudié ont été déterminés par extrapolation à partir des études antérieures et de la bibliographie (études télémétriques antérieures sur cette espèce sur les sites Natura 2000 « Entraunes », « Castellet-les-Sausses, Daluis » et « Vachères »). Ainsi, autour de 4 gîtes majeurs, une cartographie des habitats et de leur favorabilité a été réalisée. Sur le terrain, il a également été réalisé une cartographie des corridors biologiques autour ces mêmes gîtes (corridors de sortie de gîte et corridors de transit entre les gîtes les plus proches).

La plupart des auteurs insistent sur l'importance des boisements linéaires (haies, rangées d'arbres à espacements faibles, lisières de bois) formant un réseau continu : **le petit rhinolophe, qualifié d'espèce de contact, répugnant à traverser des espaces découverts, utilise ces linéaires à la fois comme routes de vols et comme territoires de chasse.** Concernant la typologie des habitats de chasse, plusieurs constantes ressortent des différents travaux européens.

La structure paysagère idéale évoque une mosaïque de petites parcelles alternant boisements de feuillus ou mixtes d'âges moyens à mûrs et cultures ou pâtures traditionnelles avec lisières et plans d'eau. Des colonies importantes sont cependant connues en Provence dans des secteurs de pinèdes clairsemées de pins sylvestres, en mosaïque avec des pelouses comme dans le secteur de Draix (04).

Ce travail met en évidence que, sur le plateau de Valensole, les milieux les plus favorables pour la chasse du petit rhinolophe sont :

- Les chênaies (mixtes ou non) à recouvrement non continu hétérogène ou homogène où les 3 strates (herbacée, arbustive, arborée) sont représentées ;
- les forêts de bord de cours d'eau et ripisylves, notamment le long du Colostre et de ses affluents ;
- Les parcs et jardins, étant donné que ce sont souvent des lieux humides pourvus d'arbres de diamètre important ;
- Les clairières forestières (peu favorables lorsque la seule essence est le pin).



On remarque que, sur l'ensemble des 4 gîtes étudiés, les milieux très favorables représentent en moyenne 1/3 des périmètres étudiés. De plus, l'ensemble des milieux « favorables » et « très favorables » représente en moyenne 46 % de ces périmètres.

Sur le site d'Entraunes, il a été montré que le petit rhinolophe utilisait 30 % du domaine vital identifié autour des gîtes, pour chasser et 2,61 % de cette surface pour une chasse intensive. Pour le site de Vachères, 36 % du domaine vital est utilisé en chasse et 2,2 % en chasse intensive.

A contrario, les parcelles agricoles, les pinèdes denses et les truffières sont identifiées comme peu favorables. Cependant des études plus approfondies seraient à mener sur la nature des cultures (lavandin dans le cas de Valensole) et leur attractivité relative (GCP, 2010).

Un travail plus fin a été mené par le GCP en 2017 sur une colonie majeure de petit rhinolophe de La Palud-sur-Verdon. Ce village a été choisi car il présente une situation très favorable au petit rhinolophe : un village bordé de prairies bocagères, avec la présence de boisements (résineux, mixtes), d'un cours d'eau, d'un marais à l'est du village et de bâtis isolés.

Le gîte étudié (un bâtiment en pierres) hébergeait cette année-là une soixante de petits rhinolophes. L'accès principal se situe sur la façade sud, par une lucarne en partie masquée par un laurier sauce. Dans une moindre mesure, les chauves-souris utilisent également la cheminée pour entrer et sortir. Afin de récolter un maximum de données, une caméra thermique a été positionnée en face de l'ouverture, des observateurs se sont placés à l'est, au sud et au sud-ouest du bâtiment et des détecteurs acoustiques ont été placés autour du gîte, sur différents axes de passage pressentis, dans le but d'identifier les routes de vol autour de la colonie. La fig. 5 présente les trajets empruntés par le petit rhinolophe et leur intensité d'utilisation.



Figure 5 : photo montrant les trajets du petit rhinolophe depuis un gîte de reproduction

Ce travail a également permis d'identifier et de caractériser les haies favorables aux petits rhinolophes et aux autres espèces de chauves-souris comme corridors de déplacement sur l'ensemble de la commune (figure 6). 6 haies réparties sur la commune ont été choisies en fonction de différents critères descriptifs (hauteur, longueur, continuité ou discontinuité, connexion ou non). Au pied de chaque haie, un détecteur acoustique a enregistré le passage des chauves-souris. Les résultats montrent que, plus la haie est haute, plus l'activité des chauves-souris est forte, plus la haie est longue, plus l'activité est forte; enfin l'activité moyenne sur une haie connectée ou continue est plus forte que sur une haie non connectée ou discontinue. **Cependant, l'analyse indique que le critère qui a le plus d'influence sur l'activité des chauves-souris est la connectivité de la haie aux autres éléments du paysage. Aussi, plus la haie est haute et plus elle est connectée à d'autres éléments du paysage et plus elle est favorable aux chauves-souris.**

Connectivité > hauteur > continuité >



Caractéristiques de la haie de
la plus importante à la moins importante

Il faut également noter que le petit rhinolophe émet des cris de très faible portée (jusqu'à 5 m) et, de ce fait, ne « voit » pas très loin. **Ainsi un trou de 5 mètres dans une haie pourrait constituer une barrière pour un petit Rhinolophe notamment les jeunes**, alors qu'une autre espèce avec une émission sonore plus importante franchirait ce trou avec plus d'aisance.



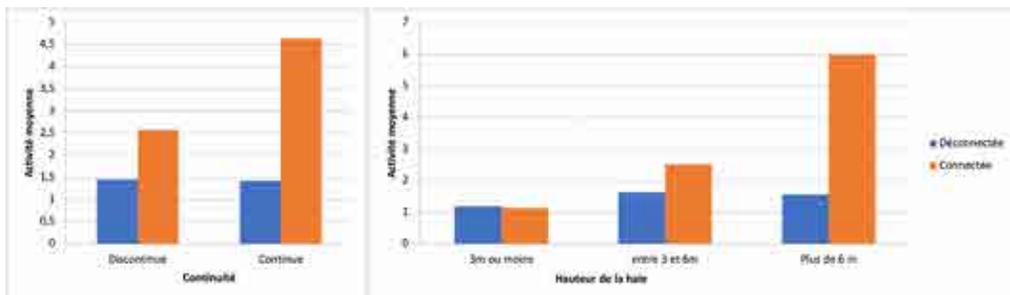


Figure 6 : 2 graphiques montrant les caractéristiques des haies préférentiellement utilisées par le petit rhinolophe à La Palud-sur-Verdon (GCP, 2017)

Enfin, entre 2015 et 2017, dans le cadre de plusieurs évaluations environnementales liées à des projets de gestion ou d'aménagement des cours d'eau, d'autres informations ont pu être recueillies sur l'intérêt du Verdon et de son affluent le Colostre, pour le petit rhinolophe.

Le Colostre est un affluent du Verdon qui parcourt 36 km depuis les contreforts du Montdenier jusqu'à Gréoux-les-Bains où il rejoint le Verdon. Suite à des aménagements pour lutter contre les débordements du Colostre, dans les années 1960, lesquels avaient considérablement dégradé les habitats du cours d'eau et causé une importante érosion des berges et une régression de la ripisylve, le Parc naturel régional du Verdon mène actuellement un programme de restauration du fonctionnement hydromorphologique. Ces travaux pouvant impacter les ripisylves, le bureau d'études Asellia a été missionné pour améliorer les connaissances chiroptérologiques (et entomologiques) de ces ripisylves sur 7 secteurs situés sur les communes de Riez, Roumoules, Saint-Martin-de-Brômes et Allemagne-en-Provence.

Les résultats montrent que l'activité chiroptérologique au niveau des ripisylves du Colostre peut être considérée comme diversifiée avec de nombreuses espèces enregistrées. Néanmoins, cette activité est relativement faible et la pipistrelle de Kuhl est l'espèce largement dominante du cortège avec plus de 55 % des contacts enregistrés lors de cette étude. La pipistrelle commune et la pipistrelle pygmée arrivent en deuxième et troisième position avec respectivement 15 % et 12 % des contacts enregistrés. **Les pipistrelles sont ainsi clairement les espèces dominantes en ripisylve du Colostre avec pas moins de 85 % des contacts.** Malgré sa faible détectabilité, le petit rhinolophe est bien représenté dans ces inventaires, avec une présence dans 60 % des nuits et une moyenne de 5 contacts par nuit. Cette espèce, extrêmement sédentaire, et qui possède une très petite capacité de déplacement et un faible rayon d'action (environ 2,5 km autour de ses gîtes), suit généralement en vol les structures linéaires telles que les haies, lisières forestières ou ripisylves. **Au vu de la représentativité de cette espèce dans ces inventaires, il apparaît ici clairement que la ripisylve du Colostre possède un rôle fonctionnel très important pour le petit rhinolophe en déplacement mais aussi probablement en chasse** (Asellia, 2016).



Que ce soit la ripisylve intérieure, en contact direct avec le milieu aquatique ou la ripisylve extérieure, interface entre milieux boisés et milieux agricoles ouverts, ces secteurs sont habituellement des zones de prédilection pour les chiroptères en chasse. **L'activité relativement faible des chiroptères dans la ripisylve du Colostre pourrait s'expliquer par** : la présence d'une ripisylve relativement jeune et présentant peu d'arbres sénescents, car en partie détruits lors du recalibrage des années 1960, un faciès hydromorphologique du Colostre généralement courant, linéaire et peu diversifié, ne favorisant que peu les micro-habitats aquatiques et la richesse entomologique associée (proies des chiroptères), la présence d'une ripisylve souvent étroite (moins de 10 m de large) ou encore par la présence de nombreuses espèces invasives en ripisylve (robinier, ailante...).



ACCENTUER LES EFFORTS POUR PRÉSERVER LE PETIT RHINOLOPHE

Fort de toutes ces connaissances sur le petit rhinolophe, le Parc naturel régional du Verdon mesure plus encore aujourd'hui, sa responsabilité vis-à-vis de la préservation de cette espèce, réfugiée essentiellement dans les Préalpes. La conservation des gîtes est primordiale pour cette espèce, qui utilise un réseau de gîtes considérable sur le territoire, qu'ils s'agissent de gîtes majeurs ou de gîtes secondaires. Au vu des transformations plutôt rapides observées sur le bâti, même sur les secteurs peu peuplés du Verdon, le Parc intègre peu à peu les connaissances sur ces gîtes dans le plans locaux d'urbanisme (PLU) pour qu'ils soient pris en considération en cas de rénovation. Pour les gîtes les plus importants localement ou à l'échelle régionale, le suivi engagé depuis 2010 permet surtout de maintenir le lien, parfois ténu, avec les propriétaires de ces gîtes. Une réflexion serait à mener autour de la construction de gîtes artificiels ou de la transformation d'anciens bâtiments aujourd'hui délaissés (notamment les transformateurs électriques), afin de prévenir la disparition de gîtes actuels. La communication auprès des habitants du Verdon doit aussi être une priorité, ainsi que l'accompagnement de la mise en œuvre des nouvelles politiques publiques sur le territoire. Pour exemple, la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique, qui vise la rénovation de l'ensemble du bâtiment basse consommation à l'horizon 2050, peut avoir pour conséquence de rendre hermétique aux chauves-souris de nombreux bâtiments. L'isolation doit donc être réfléchi différemment dans les villages et hameaux du Verdon. De même, la modification des éclairages, en cours dans plusieurs communes du Verdon pour réduire les dépenses des collectivités et la pollution lumineuse, peut être accompagnée pour être le plus favorable possible aux chauves-souris.

Le maintien ou l'amélioration de la qualité des habitats de chasse autour des gîtes est aussi important. Les opérations menées par le Parc et ses partenaires, notamment sur le plateau de Valensole, participent sur le moyen et long terme à cet objectif : plantations de haies, animation d'un réseau d'agriculteurs dans le cadre de la démarche REGAIN, réflexion et actions tests des agriculteurs pour faire évoluer certaines pratiques agricoles.

REMERCIEMENTS

Remerciements aux premiers explorateurs-chiroptérologues du Verdon, Philippe Favre, Christian Joulot, Jean-François Noblet, Alexandre Haquart... aux membres bénévoles et salariés des associations qui œuvrent pour la connaissance et la protection des chauves-souris en région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur depuis plus de 20 ans (Groupe chiroptères de Provence et Conservatoire d'espaces naturels) et aux bureaux d'études qui participent également à faire en sorte que les chauves-souris soient mieux prises en compte dans nos actions quotidiennes de petite ou de grande envergure. Enfin, merci à toutes les personnes du territoire qui nous ouvrent leur porte pour suivre régulièrement les gîtes de reproduction ou découvrir de nouveaux gîtes installés chez eux.



Photo 6 : petit rhinolophe au repos - auteur: Dominique Chavy

BIBLIOGRAPHIE

Barataud M., Faggio G., Pinasseau E., Roué S. - 2000 - *Protection et restauration des habitats de chasse du Petit rhinolophe (Rhinolophus hipposideros)*

Ensetti, F. & Gaudillat, V., 2004. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7. Espèces animales.* La Documentation française.

Conservatoire - études des écosystèmes de Provence (A. Haquart), 1997 - *Etat des connaissances des populations de chiroptères du Parc naturel régional du Verdon.* Diagnostic de conservation.

Conservatoire - études des écosystèmes de Provence (A. Haquart), 1998 - *Les chauves-souris du Parc naturel régional du Verdon.* Compte-rendu de prospections 1998. Bilan par espèce.

Conservatoire régional des espaces naturels de Midi-Pyrénées (France), & de Midi-Pyrénées, G. C. (2011). *Les chauves-souris de Midi-Pyrénées : répartition, écologie, conservation.* Conservatoire régional des espaces naturels de Midi-Pyrénées

Groupe chiroptères de Provence, 2004 - *Bilan scientifique de populations régionales d'espèces d'intérêt communautaire, Natura 2000, Chiroptères présents sur 3 sites : secteur Entraunes (06), secteur Vachères (04), secteur Plateau de Valensole (04)*

Groupe chiroptères de Provence, 2010 - *Inventaire des colonies et cartographie des habitats du Petit rhinolophe du site Natura 2000 FR9302007 « Site à chauve-souris de Valensole »*

Groupe chiroptères de Provence, 2013 - *Inventaire des gîtes à petit rhinolophe (Rhinolophus hipposideros) - Parc naturel régional du Verdon.*

Groupe chiroptères de Provence, 2015 - *Les chauves-souris de Provence, 20 ans d'actions*

Groupe chiroptères de Provence, 2017 - *Étude sur le petit rhinolophe préalable à l'identification de la trame verte et bleue - Territoire du Verdon - Parc naturel régional du Verdon.*

Asellia, 2016 - *Évaluation des chiroptères et des coléoptères saproxylophages des ripisylves du Colostre dans le cadre des actions de restauration du cours d'eau - PNRV*

PNRV, 2017 - *Fiche de l'observatoire de la biodiversité en cours de réalisation - document interne*

LPO PACA GCEM & GCP, 2016 - *Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur.* Biotope, Mèze, 344p.





SITUATION DE L'ÉCREVISSE À PATTES BLANCHES (*AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES*) EN FRANCE ET PROBLÉMATIQUES DE CONSERVATION, ÉTAT DES CONNAISSANCES DANS LE PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON DEPUIS 2010, DYNAMIQUES DES POPULATIONS OBSERVÉES, ENJEUX, MENACES ET PERSPECTIVES

Auteur de l'article :

• **Théo Duperray (SARL Saules et Eaux)**

Sorte de petit homard dépassant rarement les 120 mm de long, l'écrevisse à pattes blanches arpente le fond des cours d'eau à la recherche de détritits et d'invertébrés qui constituent sa nourriture.

L'écrevisse à pattes blanches (ou à pieds blancs) (*Austropotamobius pallipes*, Lereboullet, 1858) appartient à la classe des Crustacés, à l'ordre des Décapodes et à la famille des Astacidés. Cette espèce est naturellement présente de la péninsule ibérique aux îles britanniques. À l'est de son aire de répartition, on rencontre plus la forme « italienne » (*Austropotamobius italicus*) mais suite aux nombreux déplacements d'écrevisses (par l'homme), cette dernière se retrouve également sur l'arc méditerranéen. Elle n'a vraisemblablement pas été observée sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon (PNRV par la suite) lors des inventaires de 2010, 2013 et 2016 même si la distinction avec *A. pallipes* est subtile.



MOTS CLÉS : ÉCREVISSE À PATTES BLANCHES, CONSERVATION, PESTE DE L'ÉCREVISSE, APHANOMYCOSE

Photo 1 : écrevisse à pattes blanches - auteur : Dominique Chavy



L'Écrevisse à pattes blanches est lucifuge : elle craint la lumière directe du soleil. Son activité est donc essentiellement nocturne et crépusculaire ; le pic d'activité ayant lieu généralement en début de nuit (Y. REJOLS, 1998). En dehors de cette période d'activité, l'écrevisse reste dans sa cache qui est généralement aménagée sous une pierre, dans les racines immergées ou les litières. C'est en partie grâce à ces caches que les spécialistes repèrent la présence de l'espèce.

Le régime alimentaire des écrevisses à pattes blanches est assez opportuniste. Elles consomment des débris végétaux, des insectes et des poissons morts, des invertébrés aquatiques et terrestres (en cas de manque elles peuvent sortir de l'eau pour chasser) et peuvent avoir un impact significatif sur les peuplements benthiques (CAGNANT, 2007). Ce sont les éboueurs de nos cours d'eau, elles contribuent grandement à l'équilibre du milieu.



Photo 2 : femelle d'écrevisse à pattes blanches dans un ruisseau calcaire - auteur : Theo Duperray



Photo 3 : face ventrale d'un mâle
auteur : Theo Duperray

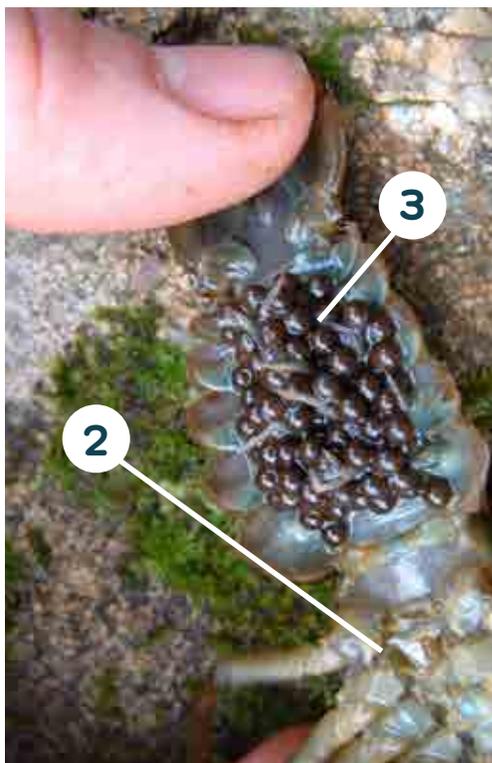


Photo 4 : femelle grainée, face ventrale
auteur : Theo Duperray

Comme tous les astacidés, l'écrevisse à pattes blanches a un cycle biologique rigoureusement calé sur le rythme des saisons. Les accouplements ont lieu au début de l'automne (entre fin septembre et fin octobre selon les régions), lorsque la température de l'eau et la photopériode baissent. Le mâle saisit la femelle par les pinces, la retourne de façon à la plaquer face ventrale contre lui et la maintient à l'aide de toutes ses pattes. À l'aide de ses stylets copulateurs (1 - photo 3), il dépose des amas de sperme (appelés spermatophores) sur la cuticule de la femelle au niveau de ses orifices génitaux. Dans les deux semaines (rarement 3) qui suivent, la femelle va pondre. Pour ce faire, elle se place généralement sur le dos ou debout, elle replie sa queue sur elle-même, formant ainsi une « poche incubatrice » qui est étanchéifiée grâce au mucus sécrété par les orifices génitaux. Ce mucus a deux autres fonctions. D'abord, il dissout les spermatophores (il arrive qu'il en reste après la ponte, 2 - photo 4) libérant ainsi les spermatozoïdes ; la femelle pond alors ses ovocytes dans cette poche et mélange le tout avec ses pléopodes (pattes abdominales, 3 - photo 4) pour permettre la fécondation. Au bout de quelques heures, le mucus se durcit au contact de l'eau et forme une attache élastique qui lie chaque œuf aux pléopodes de la mère. Les femelles ainsi « grainées » (photo 4) vont passer l'hiver à mater leurs œufs (nettoyage, oxygénation...) retranchées dans leur cache, qu'elles ont choisies la plus insensible possible aux crues. Les éclosions ont lieu, en fonction de la température, entre début avril (Bouches-du-Rhône, année chaude) et début août (affluents du Lignon (43) une année froide). La durée moyenne d'incubation (selon FENOUIL, 1987) est de 1640 degrés-jours (soit 6 à 8 mois en fonction de la température). Une femelle porte entre 5 œufs (première année de reproduction) et jusqu'à 90 à 120 œufs pour les records, la moyenne se situant autour de 60-70.

Après l'éclosion, les juvéniles (stade I) restent accrochés aux pléopodes de leur mère (consommant leur réserves de vitellus) entre 5 et 15 jours. Ils effectuent alors leur première mue et atteignent le stade II. Ils ont alors l'apparence d'une écrevisse miniature et commencent à s'alimenter, revenant se réfugier sous la mère à la première alerte. Petit à petit, ils ne reviendront plus sous la femelle et se trouveront une cache, ils mesurent alors environ 11 mm (photo 4). La croissance annuelle est fonction de la température et de la date d'éclosion. En effet les écrevisses disposent d'un exosquelette rigide, elles doivent donc en changer périodiquement pour pouvoir grandir : c'est la mue. Le nombre de mues annuelles, et donc l'accroissement des individus, se réduit avec l'âge.



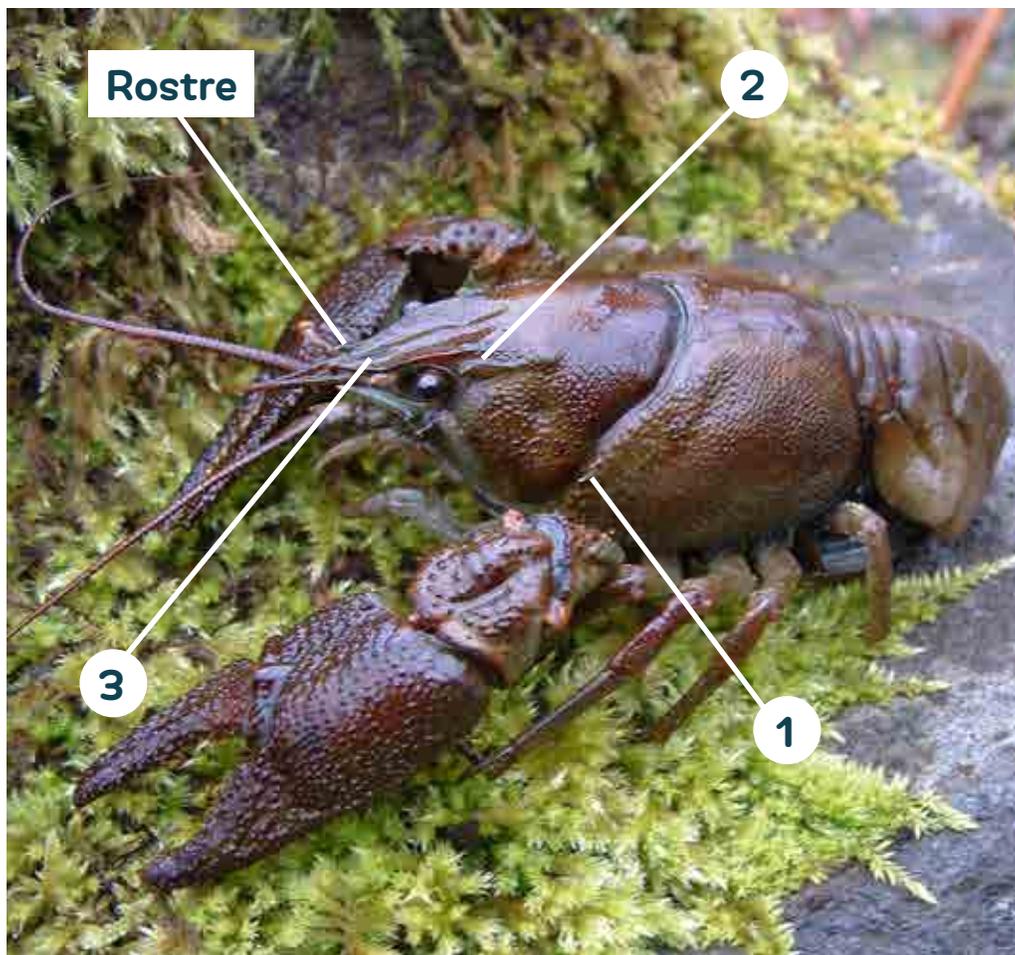
Photo 5 : juvénile de stade II dans son milieu - auteur : Theo Duperray

A.NEVEU (2000) a étudié deux populations d'*Austropotamobius pallipes* d'un cours d'eau forestier en Normandie, et a constaté que « l'augmentation de la taille est régulière et suit un modèle linéaire avec le temps. La croissance est faible (10,6 à 18,8 mm/an), les individus au-delà de 90 mm sont très rares. La durée de vie est de 5 à 6 ans en aval, 4 à 5 ans en amont, la reproduction débutant la 3^e année. La période de croissance est réduite aux mois d'été, elle est maximum la 2^e et 3^e année. La croissance en 2^e et 3^e années est inversement proportionnelle à celle acquise l'année précédente. »

Il est à déplorer le manque d'études de ce type dans d'autres régions, car il est peu probable que des écrevisses de 100 à 115 mm n'aient pas plus de 6 ans. Or des écrevisses de cette taille se rencontrent assez couramment dans de nombreux cours d'eau. Un record d'une femelle de 125 mm a été observé sur la Maire (commune de Moustiers-Sainte-Marie) lors de l'étude de 2010.

IDENTIFICATION, RÉPARTITION ET PROTECTION

L'Écrevisse à pattes blanches (photo 6) se reconnaît à son céphalothorax présentant une série d'épines en arrière du sillon cervical (1 - photo 6), son rostre à bords convergents se terminant en triangle, sa crête post-orbitale (2 - photo 6) à une seule épine et sa crête médiane peu marquée et non denticulée (3 - photo 6).



Rostre

2

3

1

Photo 6 : critères de détermination de l'écrevisse à pattes blanches - auteur: Théo Duperray

Cette espèce est globalement en régression importante sur son aire de répartition originelle ; les enquêtes nationales réalisées depuis 1977 (par le Conseil supérieur de la pêche puis par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques) mettent en évidence cette réduction drastique des populations en comptabilisant le nombre de populations connues et des indications des linéaires colonisés. Les premières enquêtes ayant juste fait apparaître le signalement de l'espèce ou non dans chaque département il n'est pas possible de comparer les cartes de 1977 et de 2006. Par contre chaque enquête révèle la disparition de plusieurs populations chaque année et les « nouvelles populations » ne sont que des populations nouvellement signalées en raison de la pression d'inventaire grandissante. La dernière enquête (2014) révèle 3021 sites où l'espèce est présente sur le territoire national (figure 1).

Les espèces d'écrevisses introduites (toutes d'origine américaine) sont une des plus importantes cause de disparition localisée et ce pour deux raisons : elles sont fréquemment porteuses saines d'une maladie létale à 100 % pour l'écrevisse à pattes blanches : l'aphanomyose ou peste de l'écrevisse. Et en l'absence de ce pathogène, leur taille supérieure et leur agressivité font que la coexistence sur un même site se solde toujours par la disparition de l'espèce autochtone en moins de 10 ans.

De plus l'écrevisse à pattes blanches est extrêmement sensible à la qualité du milieu.

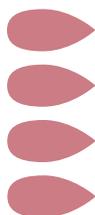


Figure 1 : carte de répartition de l'écrevisse à pattes blanches en 2014 (Collas & al. ; 2014)

En effet l'étude approfondie des habitats de cette espèce a eu lieu en Corrèze par Y. REYJOL et C. ROQUEPLO en 1998 sur un site aujourd'hui classé Natura 2000. Cette étude montre qu'une mosaïque d'habitats est indispensable à la présence d'une population viable d'*austropotamobius pallipes* puisque les écrevisses vont se répartir dans des habitats de « porosité » variable en fonction de leur taille et donc de leur âge. Dans certains cas, la perte d'un habitat spécifique peut être compensée par l'utilisation plus importante d'un autre. Il a été également montré que les écrevisses n'occupent pas le même substrat en période d'activité (nocturne) que lors du repos diurne, d'où l'importance d'avoir des cours d'eaux hétérogènes tant question faciès que pour l'écoulement que de substrat. Et les causes de détérioration de l'habitat sont multiples et bien souvent d'origine anthropique (agriculture intensive, rejet de zone imperméabilisée, recalibrage, curage, exploitation forestière, déboisement des berges) mais parfois aussi « naturelles » avec par exemple des crues importantes, les deux effets les plus couramment observés sont le surcreusement ou l'ensablement des cours d'eau.

À cela il faut rajouter que l'écrevisse à pattes blanches est relativement sensible à toutes formes de pollutions chimiques ou organiques.

L'introduction d'écrevisses exotiques et la détérioration des habitats se disputent la première place sur le triste podium des causes de disparitions des populations d'écrevisses à pattes blanches (mais aussi des autres espèces d'écrevisses européennes). Pour la détermination des autres espèces d'écrevisses et leurs interrelations, on pourra se référer au livret édité par le PNR du Verdon (https://parcduverdon.fr/sites/default/files/pnrverdon/pdf/livret_ecrevisses_al.pdf).



Devant cette problématique de régression engagée depuis plus d'un demi-siècle, certaines mesures de protections ou de classement ont été mis en place. L'écrevisse à pattes blanches est citée aux annexes II et V de la Directive Habitats (CEE 92/43), elle est concernée par l'arrêté du 21/07/1983 relatif à la protection des écrevisses autochtones, à ce titre il est interdit de détruire son habitat. Elle est inscrite à l'annexe III de la Convention de Berne. L'espèce est également concernée par des mesures de protection réglementaires relatives à sa pêche : mesures portant sur les conditions de pêche (engins spécifiques : balances ; code rural, art. R. 236-30) ; taille minimum de capture de 9 cm (décret n°94-978 du 10 novembre 1994) ; temps de pêche limité à dix jours maximum par an (code rural, art. R. 236-11) ; en 2019 sa pêche est autorisée deux jours dans les Alpes-de-Haute-Provence et complètement interdite dans le Var. Elle était également classée « vulnérable » par l'UICN au niveau international en 2008 (Source : IUCN. 2008. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>) et elle est passée en « danger d'extinction » en 2010 selon le même organisme.



Les campagnes d'inventaires réalisées par Gamar et Saules et Eaux à la demande du PNR Verdon en 2010, 2013 et 2016, confirment la tendance nationale sur le territoire du Parc : on observe des disparitions de populations mais également on en découvre (ou redécouvre) et d'autres s'étendent...



SYNTHÈSE DES TROIS INVENTAIRES SUR LE TERRITOIRE DU VERDON

Qu'est-ce qu'un inventaire écrevisses ? Comme nous l'avons vu, les écrevisses sont des espèces discrètes et nocturnes, l'inventaire consiste donc en la prospection nocturne des linéaires de cours d'eau sélectionnés. Cette prospection est réalisée à pied sur tout le linéaire, les individus et les indices de présence sont activement recherchés à vue en utilisant des lampes puissantes. Ces opérations sont soumises à l'obtention d'une autorisation de capture/prospection d'espèces piscicoles. Comme les écrevisses à pattes blanches (APP par la suite) sont grandement menacées par les écrevisses exotiques et la détérioration de l'habitat, les inventaires portent également sur la qualité des habitats et la présence des autres espèces d'écrevisses.

Un premier inventaire des écrevisses sur des cours d'eaux du PNR Verdon a été réalisé en 2010 (Saules et Eaux & Gamar, 2010). Lors de ce premier inventaire, 60 km de cours d'eau ont été prospectés au total ; 48 km en prospection nocturne continue (tout le linéaire est prospecté) et 12 km en prospection nocturne de bornage de population (seuls des points assez espacés font l'objet d'observations de manière à avancer plus vite sur des grands linéaires colonisés). Des estimations de tailles de populations par la technique de Capture-Marquage-Recapture (CMR) ont également été mises en œuvre sur trois stations. Cette technique consiste à réaliser, sur une station donnée, une capture avec marquage des individus. 48 h plus tard, on effectue une recapture sur la même station et la proportion d'individus marqués, au sein de l'effectif capturé, permet d'estimer l'effectif théorique de populations sur la station.

Lors de cette étude, les conditions météorologiques et le temps imparti n'ont pas permis de vérifier la présence/absence de l'espèce sur certains cours d'eau.

Un deuxième inventaire a ainsi été réalisé en 2013 (Saules et Eaux & Gamar, 2013) sur ces linéaires non inventoriés en 2010. Ce sont presque 30 km de cours d'eau qui ont été prospectés en 2013 dont 3 km en prospection nocturne de bornage de population. Une estimation de taille de populations par CMR a aussi été mise en œuvre sur la Bruyère (La Bastide).

Mais depuis ces deux études de 2010 et 2013, des témoignages d'indices de présence ou d'observations d'écrevisses demandaient à être confirmés. De plus un suivi des populations identifiées en 2010 et 2013 était souhaitable. C'est ainsi qu'une troisième étude a été lancée en 2016 dans le but d'effectuer un nouveau bornage des populations connues et de reconduire les CMR pour voir comment les populations d'écrevisses à pattes blanches mais également des espèces d'origine américaine évoluaient. La progression de ces dernières engendrant fréquemment la disparition des écrevisses à pattes blanches. Pour cette raison, des analyses sanitaires ont été effectuées sur toutes les populations d'écrevisses exotiques connues.

Les inventaires de 2010 et 2013 ont permis de mettre en évidence 15 populations d'APP représentant un linéaire total de 12,33 km, certaines sont relativement étendues (2 à 3 km) alors que d'autres sont réduites à des micro-linéaires de 100 à 500 m qui sont en fait les seuls endroits où il y a de l'eau toute l'année. À titre d'exemple, sur un affluent du Jabron où, en 2013 (année humide), il nous semblait étonnant de ne pas trouver d'écrevisses sur un tronçon intermédiaire, nous avons constaté son assèchement lors des prospections de 2016.

Du côté des écrevisses exotiques, il a été identifié deux espèces : l'écrevisse américaine banale (*Faxonius limosus*⁽¹⁾ - OCL par la suite) dans les lacs de Sainte-Croix et d'Esparron ainsi que l'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus* - PFL par la suite) sur le Jabron (La Batie) et le Colostre (Allemagne-en-Provence). L'écrevisse de Louisiane ne semble pas être présente sur le territoire, fort heureusement !

Les nouvelles prospections de 2016 ont permis de mettre en évidence une nouvelle population de PFL sur l'adoux de Jaumes (sur 120 m), de constater leur progression sur deux affluents du Colostre (sur environ 400 m au total) et leur progression vers l'amont sur le Colostre (sur 2,7 km en 6 ans). Sachant que les limites aval des populations de PFL ne sont pas recherchées. Sur un bassin versant non prospecté antérieurement, il a été mis en évidence la présence de plus de 4,5 km de population d'APP ; ce qui en fait une des plus belles populations de la région.

Comme l'illustre le graphique de la figure 2 ci-contre, les suivis de 2016 ont également mis en évidence l'extension de certaines populations d'APP de 30 m à 1 km sur huit populations ; une légère régression des linéaires colonisés pour trois populations (de 20 à 80 m) en raison des assèchements et de la disparition de deux populations de 2,7 km et 475 m.



⁽¹⁾ Espèce encore jusqu'à peu nommée *Orconectes limosus* - d'où l'abréviation "OCL" encore employée dans cet article

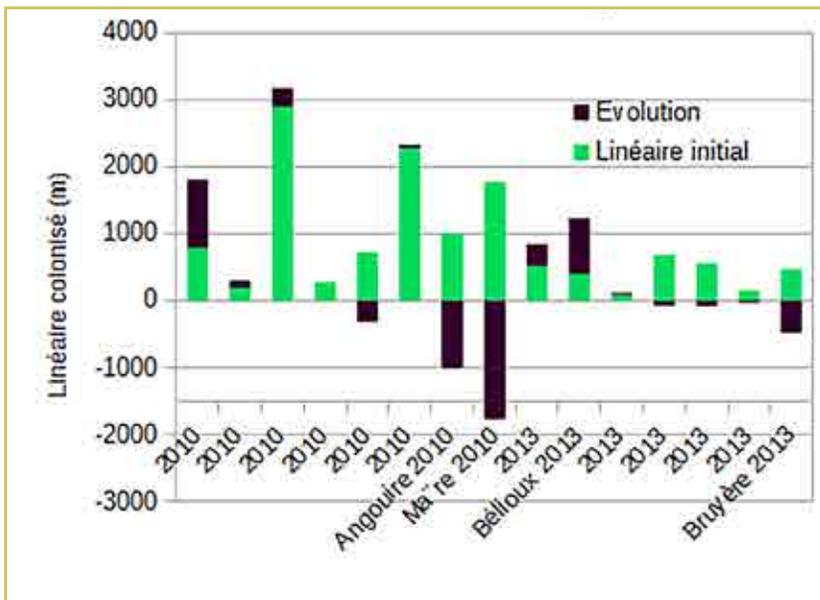


Figure 2 : évolution des linéaires colonisés par l'APP sur les 15 sites connus entre les inventaires initiaux (2010 ou 2013) et les suivis de 2016.

Le bilan étant nuancé et trop complexe à illustrer en entier, il sera abordé les deux cas de disparition et un cas d'extension de populations d'APP. Pour des questions de préservation de l'espèce, seuls ces cas illustrés sont cités nommément et font l'objet d'une cartographie dans le présent article.

Toutes les populations d'écrevisses d'origine américaine ont été diagnostiquées comme porteuses saines de la peste de l'écrevisse ; à savoir les OCL des lacs de Sainte-Croix et d'Esparron ainsi que les PFL du Jabron, du Colostre, de l'adoux de Jaumes et de la Bruyère (cf. le cas de disparition illustré ci-dessous). Le fait de rentrer en contact avec ces eaux puis de se rendre sur des secteurs où l'APP est présente comporte donc un risque de destruction des populations.

DISPARITION DE POPULATIONS

Sur la rivière la Bruyère (commune de La Bastide), les prospections de 2013 avaient permis de caractériser une population d'APP en aval de la D22 (sur environ 475 m). Or les prospections de 2016, n'ont permis l'observation d'aucune écrevisse à pattes blanches sur ce même secteur. Par contre il a été observé sept écrevisses de Californie sur l'ensemble du linéaire anciennement colonisé par l'APP (cf. figure 3), à savoir de la station d'épuration à la D22.

Tous ces individus d'écrevisses de Californie ont été prélevés pour recherche de l'aphanomyose par PCR. Cette analyse est positive sur un des individus prélevés. Cela était prévisible puisque seulement quelques individus d'écrevisses de Californie ne sont pas en mesure d'éradiquer une population d'écrevisses à pattes blanches seulement par prédation, alors que l'aphanomyose en est tout à fait capable. L'introduction semble récente car peu d'individus d'écrevisses de Californie ont été observés : trois femelles adultes et quatre individus de un à deux ans.

Nous déplorons donc la disparition de cette autre population d'écrevisses à pattes blanches mais, dans ce cas, nous pouvons affirmer que l'introduction d'écrevisses de Californie en est la cause comme dans de nombreux cas en France et ailleurs !

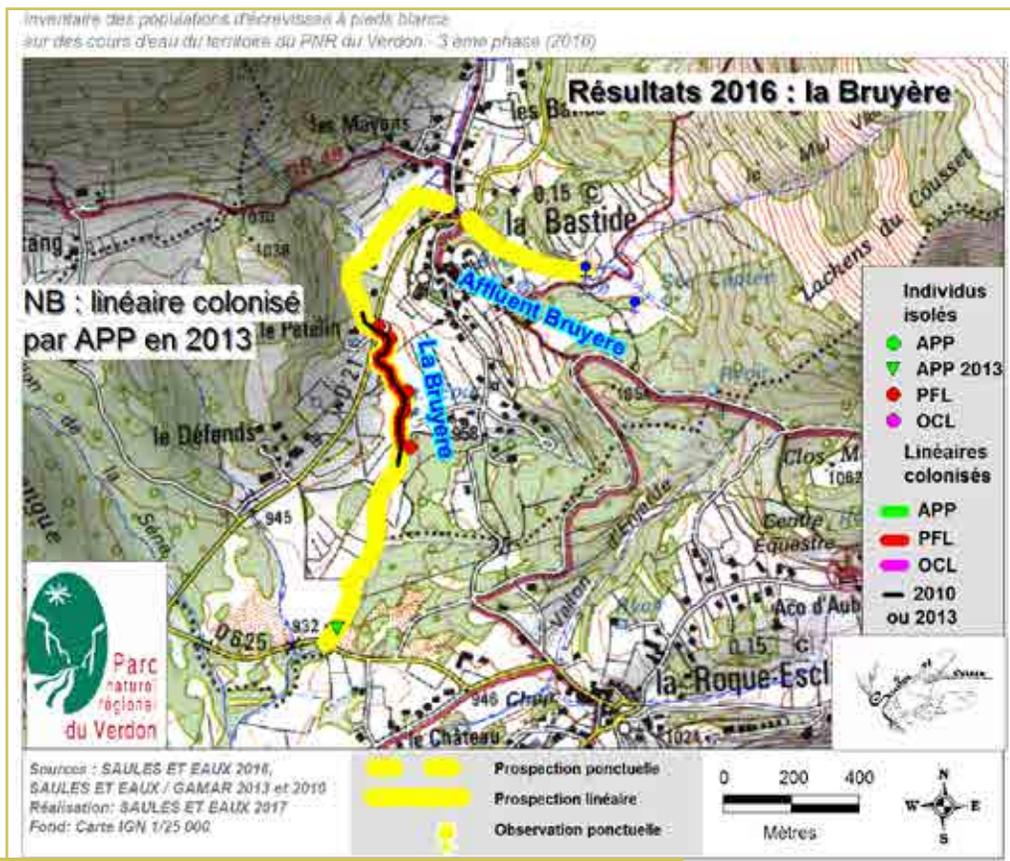


Figure 3 : résultat des prospections écrevisses sur la Bruyère en 2016

Les canaux du domaine de Valx (commune de Moustiers-Sainte-Marie) sont des milieux artificiels anciennement créés par l'homme pour l'irrigation des cultures. Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de déterminer si la présence des écrevisses est liée à l'homme ou si elle est consécutive d'une colonisation naturelle du milieu. Actuellement les passages sous la route départementale 952 sont absolument infranchissables à la remontée pour les écrevisses. L'étude de 2010 a mis en évidence la présence de l'espèce sur un peu plus de 700 m (pour un linéaire total d'environ 2 km) ; en 2016 nous n'avons pas constaté d'évolution sur le canal d'en bas puisque tout le linéaire est colonisé par l'APP. Par contre le canal d'en haut a totalement séché sur l'ensemble du linéaire à l'exception des sources où persistait un très léger écoulement dans lequel une seule petite APP a été observée.

Lors des inventaires de 2010, nous avons constaté que les APP présentes sur la Maire et le ravin d'Angouire formaient une seule et même population tout à fait fonctionnelle qui s'étendait sur un linéaire de 2,8 km environ. Sur ces mêmes cours d'eau, aucune écrevisse ou indice de présence n'a été observé lors des prospections de 2016 et ce, malgré deux ou trois passages sur certains secteurs comme la confluence Maire-Angouire, l'amont du petit lac et la limite amont de la population connue sur la Maire.





Photo 7 : mise en place des cages de stabulation sur le ravin d'Angouire - auteur : PNRV

Afin d'étayer l'hypothèse d'une disparition totale et probablement rapide des APP, nous avons, après obtention de l'accord des services de l'État, réalisé un test de détection de l'aphanomycose. En effet, il n'existait, à l'époque, aucune méthode de détection de l'aphanomycose dans le milieu sans l'analyse d'écrevisses. Or dans le cas présent, il fut impossible de trouver des cadavres d'APP ou des individus d'une autre espèce qui seraient à proximité immédiate.

Il a donc été réalisé deux tests :

- le premier a consisté à prélever des écrevisses américaines banales dans le lac de Sainte-Croix (cette espèce y est très largement présente) pour voir si elles sont porteuses de la peste de l'écrevisse par analyses PCR (recherche de l'ADN du champignon responsable de la maladie).
- le second a consisté à prélever 15 individus d'APP sur un site proche présentant une forte densité d'écrevisses à pattes blanches. Ils ont constitué trois lots de cinq individus qui ont été mis en stabulation (Photo 6) pour étudier leur taux de survie in situ dans trois secteurs stratégiques et historiquement colonisés par la population d'APP.

Si l'Aphanomycose avait encore été présente dans le milieu, nous aurions dû la détecter en constatant rapidement des mortalités sur les individus stabulés. Or après plus d'un mois de captivité, aucune mortalité n'a été constatée, les individus ont été introduits dans le ravin d'Angouire le 3 novembre 2016 sur le lieu de la stabulation. Les importants niveaux d'eau de septembre 2018 ont compliqué les prospections visant à confirmer le maintien des individus sur le site. Il n'a donc pas été possible d'observer le moindre signe de présence.

L'analyse des OCL prélevées dans le lac de Sainte-Croix révèle qu'une partie d'entre elles sont porteuses de l'agent responsable de la peste de l'écrevisse à des niveaux d'infestations faibles. Cette faible contamination est à relativiser puisque les individus analysés sont de petite taille et ont donc mué peu de temps avant l'analyse, ce qui réduit la quantité d'ADN d'*Aphanomyces astaci* présent dans l'échantillon.

Nous n'avons donc pas de certitudes sur la ou les causes de disparition des écrevisses à pattes blanches sur le secteur Maire / Angouire ; du fait de la vraisemblable disparition totale, il est à redouter que ce soit la peste de l'écrevisse. Mais est-elle arrivée par une voie de contamination indirecte (personnes ayant été en contact avec de l'eau contaminée (lac de Sainte-Croix par exemple) puis avec l'eau de la Maire) ou par l'introduction (illicite) d'écrevisses d'origine américaine sur le bassin versant ? La survie des individus d'écrevisses à pattes blanches stabulés dans le milieu tend à étayer la première hypothèse. Cela signifie qu'il y a un espoir de recolonisation naturelle puisque la dévalaison, dans la Maire, d'individus provenant des canaux était clairement établie lors de l'étude de 2010. Cela risque tout de même de prendre beaucoup de temps puisque l'assec du canal d'en haut de 2016 a considérablement affaibli la population.

La figure 4 illustre de manière cartographique les investigations menées.

Inventaire des populations d'écrevisses à pieds blancs sur des cours d'eau du territoire du PNR du Verdon - 3^{ème} phase (2016)

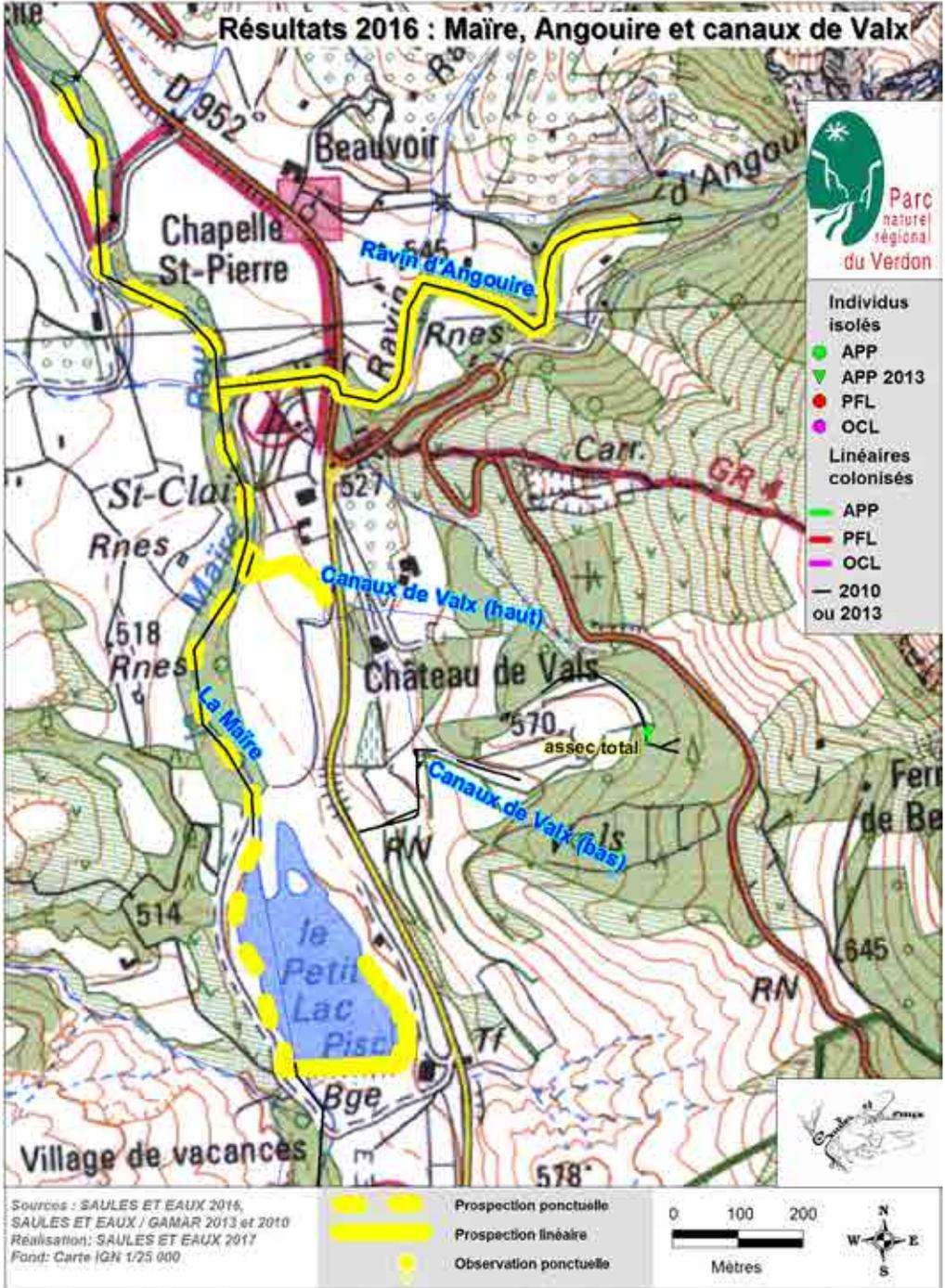


Figure 4 : carte des prospections réalisées en 2016 sur les secteurs de Moustiers-Sainte-Marie



EXTENSION DE POPULATIONS

Le ravin de Bellioux est un petit ruisseau qui conflue directement dans le lac d'Esparron de Verdon. En aval du lieu-dit la Métairie, le ruisseau présente une succession de roselières denses et de secteurs, de travertins avec vasques et plats courants. En amont de ce point le ruisseau présente d'assez vastes mouilles avec d'importantes épaisseurs de substrat argilo-vaseux et une végétation relativement dense composée d'hélophytes et de saules vieillissants.

C'est dans ce type de milieux que nous avons observé les premières APP en 2013. La limite de population aval des APP a été constatée, en 2016, dans le secteur des travertins avec près de 1240 m de linéaire colonisé ; ce qui fait une progression de 840 m en trois ans et les deux populations bien distinctes qui avaient été identifiées en 2013 se sont maintenant rejointes et n'en forment plus qu'une seule.

La progression de la population d'APP s'est faite principalement sur le cours moyen où il subsiste un léger « creux de population » au niveau de la route. La progression vers l'aval a été de l'ordre de 200 m en trois ans et de seulement 60 m en amont. Les possibilités d'extension vers l'amont sont assez limitées puisque le milieu est presque tout de suite à sec. De plus, un nombre important d'individus d'APP a pu être observé dont de gros sujets en cours d'essaimage, signe de bonne santé de la population. Mais une menace pèse sur cette population car l'écrevisse américaine banale (OCL) est présente dans le lac et commence à remonter le cours du ravin de Bellioux. Cela engendre un risque énorme de disparition de la population d'APP car les analyses réalisées en 2013 ont mis en évidence la peste de l'écrevisse sur la population d'OCL du lac d'Esparron. Au niveau de son arrivée dans le lac d'Esparron, le ravin de Bellioux était colonisé par OCL sur 140 m en 2013 et sur 500 m en 2016, soit 360 m de progression en trois ans.

Il n'existe pour le moment aucune technique d'éradication des écrevisses exotiques en cours d'eau, or si les deux populations (APP et OCL) rentrent en contact, cela entraînera l'éradication de la population d'APP par la peste de l'écrevisse en quelques semaines tout au plus. Du fait de la progression rapide des OCL vers l'amont et de l'extension vers l'aval de la population d'APP, cette issue devenait assez inéluctable. La seule solution dont on dispose peut consister en la pose de tôles inox sur des seuils (rupture de pente assez vive) pour les rendre infranchissables par les écrevisses qui souhaitent remonter. L'inventaire de 2016 a permis d'identifier deux seuils potentiellement aménageables pour limiter la remontée des OCL sur le ravin de Bellioux.

Un dimensionnement précis des équipements nécessaires a été réalisé en 2017 et la pose a été organisée en septembre 2018, le temps d'obtenir toutes les autorisations nécessaires. Il avait été décidé d'implanter deux dispositifs pour maximiser les chances de réussite. Un sur le seuil de la prise d'eau et l'autre à mi-chemin entre celui pré-retenu et celui de la prise d'eau.

Le jour de la pose, un cadavre d'APP est toutefois été observé juste à l'aval du seuil à équiper situé le plus à l'aval (AV). Du fait de sa position, j'ai très vite suspecté l'aphanomyose (ce qui a été confirmé par les analyses en laboratoire) ; il a été décidé de maintenir la pose des équipements malgré la découverte de plusieurs cadavres d'APP et de trois individus d'OCL plus à l'aval, sachant qu'aucun cadavre n'a été observé entre les deux aménagements.



Le suivi hebdomadaire réalisé par le PNR Verdon pendant d'automne laissait à penser que les équipements avaient été installés juste à temps. Or, deux prospections diurnes début juillet 2019 n'ayant permis d'observer aucune écrevisse à pattes blanches ni même aucun indice de présence, font craindre que ces aménagements aient, in fine, été réalisés trop tard. Ce qui démontre l'importance d'agir le plus vite possible dans ce genre de situation.

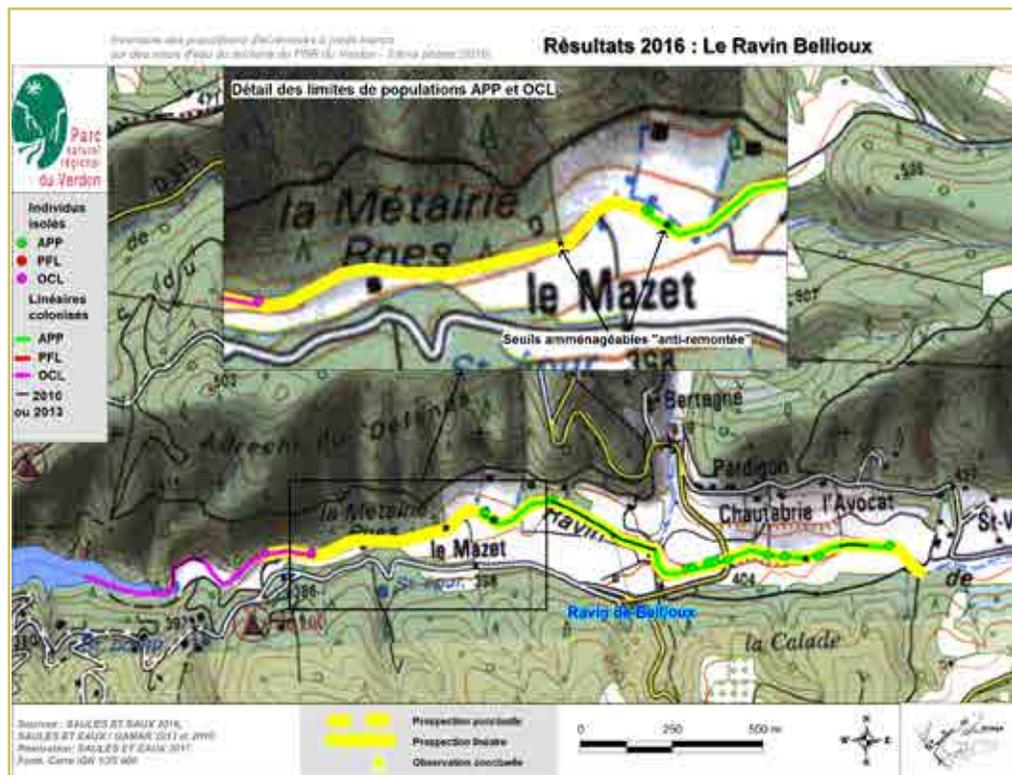


Figure 5 : carte des évolutions de colonisation sur le ravin de Bellieux (prospections de 2013 et 2016)



TPOLOGIE DES MILIEUX COLONISÉS

On constate très clairement que ce sont les cours d'eau les moins accessibles et sur lesquels il y a le moins d'activité humaine que les populations se maintiennent ou même gagnent du terrain. D'une manière générale ce sont des cours d'eau qui ne souffrent pas ou peu de perturbations de l'habitat. À l'exception d'un ruisseau au bord du plateau de Valensole impacté par les cultures de lavande : le lessivage par les pluies entraîne une importante quantité de terre dans le ruisseau, ce qui entraîne une forte réduction de la capacité d'accueil du milieu. Mais un passage en secteur forestier permet le maintien d'un bon noyau de population.

En dehors, des destructions de populations d'APP par la peste de l'écrevisse (avérée ou fortement suspectée) le principal facteur limitant sur les populations connues est l'assèchement estival qui peut concerner des proportions importantes de cours d'eau.

La « nouvelle » population inventoriée en 2016 constitue une exception notable à ces règles puisqu'elle se situe sur un secteur relativement anthropisé : culture et élevage bovin, présence de retenues colinéaires. Mais les propriétaires réalisent un soutien d'étiage au moyen de leur système d'irrigation en restituant une partie du débit dans les ruisseaux.

CONCLUSIONS

L'inventaire de 2016 montre qu'en seulement trois ou six ans les choses peuvent considérablement évoluer et ce, dans un sens comme dans un autre (disparition de 2,7 km de population ou extension de population de 0,8 ou 1 km). Ces évolutions sont intimement liées à l'hydrologie et aux perturbations d'origine humaine : les écrevisses de Californie ne sont pas arrivées toutes seules sur la Bruyère ! À ce titre, il est rappelé qu'il est formellement interdit d'introduire des écrevisses quelles qu'elles soient et dans n'importe quel endroit (y compris un simple bassin de jardin) ; sachant que toute écrevisse est capable de parcourir des distances importantes, « même en dehors de l'eau ». La loi interdit donc, à titre préventif, le transport et la détention à l'état vivant de toutes les espèces d'écrevisses d'origine américaine⁽⁶⁾.

On n'insistera jamais assez sur la fragilité de cette espèce emblématique de nos cours d'eau, qui dans une grande discrétion, joue un rôle important dans ces écosystèmes de plus en plus malmenés par l'anthropisation et le changement climatique.



BIBLIOGRAPHIE

COLLAS M., BURGUN V., GRANDJEAN F., POULET N. & PENIL C., - Résultats de l'enquête nationale 2014, Onema, 2014



Photo 8 : écrevisse à pattes blanches sous le courant - auteur: Dominique Chavy

⁽⁶⁾ Pour plus de précisions consultez l'Arrêté du 14 février 2018 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire métropolitain (NOR : TREL1705136A)



Photo 9 : écrevisse à pattes blanches -auteur : Théo Duperray

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement tous les contributeurs de ce numéro. Pour leur enthousiasme au moment de notre sollicitation quelques mois plus tôt ; et pour avoir tenu bon en cours de rédaction ! Alors que nous en sommes bien conscients : il est de plus en plus difficile de se ménager du temps, en marge des activités professionnelles et de la vie de famille. La passion, la bienveillance et de solides convictions aident à trouver des ressources supplémentaires. Mais une fois encore, qu'ils en soient remerciés car sans eux, vous ne tiendriez pas ce numéro entre vos mains.

Cette étape de restitution des connaissances est essentielle pour permettre aux acteurs, comme le Parc, d'œuvrer en faveur de la biodiversité et de donner envie, à tout un chacun, de s'engager plus avant pour préserver le vivant qui nous entoure et dont nous dépendons.

S'il manque des pans de la biodiversité du territoire du Verdon non illustrés ici, comme par exemple l'épopée de la réintroduction des vautours dans les gorges du Verdon, du début des années 2000 jusqu'à ce jour, nous espérons que ces huit articles vous donneront envie d'en apprendre encore plus et, pourquoi pas pour cela, de cheminer sur le territoire accompagnés de guides de pays et d'accompagnateurs de moyenne montagne pour vous faire partager leurs connaissances.

Publication du Parc naturel régional du Verdon réalisée dans le cadre du programme « Territoire à énergie positive pour la croissance verte ».

N° ISSN : 2019-327X

Directeur de Publication : Bernard Clap

Coordination : Dominique Chavy

Suivi et corrections : Annie Robert, Marlène Economidès et Anne Ferment

Mise en page et graphisme : Autrement Dit communication

Imprimé en France en septembre 2019 par JF Impression
Nous avons choisi une entreprise soucieuse de réduire son impact sur l'environnement pour imprimer ce document sur papier recyclé.

La biodiversité connaît une crise sans précédent. En France métropolitaine et outre-mer, une espèce sur trois est dorénavant en danger de disparition. Ces chiffres font froid dans le dos.

Mais il ne faut pas céder au découragement ! Ainsi, des initiatives locales en faveur de la biodiversité montrent que tout n'est pas joué d'avance. Ici, un aménagement réalisé en faveur du petit Rhinolophe a permis le maintien des chauves-souris. L'outarde canepetière fait de la résistance sur le plateau de Valensole, pour autant qu'elle continue à trouver des couverts qui lui soient favorables. Et il n'y a pas de petites actions. C'est notre capacité à nous mobiliser, chacun à son échelle, mais aussi collectivement, qui déterminera – au moins en partie – ce que sera notre territoire demain.

Le Parc naturel régional du Verdon a fêté ses 20 ans en 2017. 20 ans de biodiversité, de connaissances dont les articles de ce 5^e numéro du courrier scientifique donnent un aperçu. Afin de suivre l'évolution de la biodiversité sur son territoire, l'année 2020 marquera le lancement d'un Observatoire de la biodiversité créé par le Parc. Cet observatoire aura pour rôle de rassembler les énergies, de mieux suivre l'état de la biodiversité sur le territoire du Parc et mieux en faire connaître les enjeux de conservation.

Ce suivi sera d'autant plus important à l'aune du changement climatique qui pourrait chambouler les relations de l'Homme avec son territoire.

PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON

Domaine de Valx

04360 Moustiers-Sainte-Marie

www.parcduverdon.fr

Tél. 04 92 74 68 00



UNE PUBLICATION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU VERDON

