

Orthoptères et papillons de jour : évaluer les effets du pâturage et du changement climatique

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Mise en place de protocoles et analyse des résultats



APPLICATION AUX SITES DU VILLARD ET DE LA ROCHE

Propriétés du Conservatoire du littoral, gérées par le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur, sur les rives du Lac de Serre-Ponçon

Photo de couverture :

Réalisation des protocoles sur le site de la Roche © Mathilde Dusacq - CEN PACA ; Petit Nacré (*Issoria latonia*) © Paulin Mercier - CEN PACA ; Criquet des garrigues (*Omocestus raymondii*) © Paulin Mercier - CEN PACA

A droite :

Azuré de la Jarosse (*Polyommatus amandus*) © Paulin Mercier - CEN PACA ; Le Villard © Mathilde Dusacq - CEN PACA ; Mélitée du plantain (*Melitaea cinxia*) © Mathilde Dusacq - CEN PACA

SOMMAIRE

p.6

Objectif

Faire parler les papillons de jours et
les orthoptères



p.8

Cadre d'étude

Les sites de La Roche et du Villard en bordure
du Lac de Serre-Ponçon

p.9

Méthodologie

Etape 1 - État initial des connaissances

Etape 2 - Mise en place des suivis



p.15

Résultats et interprétations

p.35

Éléments critiques de la méthode

p.38

Bibliographie

p.40

Annexes



PRÉAMBULE

Les papillons de jours et les orthoptères sont sensibles aux modifications de la structure de la végétation et de la qualité des habitats. Ils constituent des bio-indicateurs privilégiés en raison de leur écologie spécifique et de leur facilité d'observation. Ces insectes jouent un rôle important dans les écosystèmes car ils fournissent une ressource alimentaire de base pour de nombreux oiseaux, reptiles, petits mammifères et autres invertébrés.

Dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité, l'effondrement des populations d'insectes pourrait avoir un effet cascade sur la fonctionnalité des écosystèmes (Hallman *et al.*, 2017). Les populations de papillons prairiaux ont régressé de 40 % depuis les années 1990 en Europe (OPIE, 2018), et les orthoptères figurent parmi les groupes d'insectes les plus menacés à échelle européenne (Hochkirch *et al.*, 2016).

Le programme européen FEDER POIA Grand Lacs Alpains 2014-2020 donnait l'opportunité au Conservatoire d'Espaces Naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA) de mettre en place un suivi de l'évolution des communautés de papillons de jour et d'orthoptères sur deux sites de montagne appartenant au Conservatoire du littoral (CDL).



© Stéphane Bence - CEN PACA

Criquet verte-échine (*Chorthippus dorsatus*)



Programme européen FEDER POIA Grands Lacs Alpains 2014-2020

« Développer l'attractivité touristique par la préservation et la valorisation du patrimoine naturel et paysager », telle est l'ambition du projet « Grands Lacs Alpains » qui bénéficie du soutien financier de l'Union Européenne (FEDER), de l'État, des Régions Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur et de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Partenaires du projet : Avec la coordination du Conservatoire d'espaces naturels de Savoie (CEN Savoie), les acteurs du développement touristique (Grande Traversée des Alpes) et les gestionnaires d'espaces naturels des cinq grands lacs alpins (Asters - CEN de Haute-Savoie, CEN PACA, Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement de Serre-Ponçon, Conservatoire du Littoral) se sont associés pour répondre à ces enjeux.

Ce document a été construit comme un outil pratique et opérationnel pour les gestionnaires souhaitant suivre les papillons et les orthoptères comme indicateurs de changements locaux et/ou globaux. Ce travail se base sur trois années de suivis (entre avril 2017 et septembre 2019) sur deux propriétés du Conservatoire du littoral gérées par le CEN PACA sur les rives du Lac de Serre-Ponçon.

L'application des suivis et les résultats obtenus sur les sites seront présentés dans des encarts pour servir d'exemple.

Des fiches de terrain ont été élaborées pour aider les gestionnaires à structurer le recueil de données sur leurs sites.

Ce travail, nous l'espérons, est voué à être abondé par les retours d'expériences des gestionnaires qui se questionnent comme nous sur l'état et l'avenir des espèces et leurs habitats.



© Paulin Mercier - CEN PACA

Petit Nacré (*Issoria latonia*)

L'objectif de la mise en place de ces suivis est de disposer d'indicateurs biologiques permettant :

- d'évaluer localement les effets de la gestion et plus particulièrement des pratiques pastorales ;
- de contribuer à l'évaluation globale des effets des changements climatiques.

FAIRE PARLER LES PAPILLONS DE JOURS ET LES ORTHOPTÈRES

En raison de leur facilité d'observation et de leur écologie spécifique, **les papillons de jour et les orthoptères sont des bio-indicateurs** reconnus pour l'évaluation de l'état de conservation et le suivi des milieux ouverts.

LES PAPILLONS DE JOUR INDICATEURS DE L'ÉTAT DE LA SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES

Les papillons de jour s'avèrent être de bons indicateurs de l'état de santé des écosystèmes qu'ils occupent. Si la structuration de la végétation (variation de hauteur, recouvrement des surfaces herbacées et arbustives, complexité etc.) est un facteur important dans l'apparition ou le développement de certaines espèces, la composition floristique est également primordiale notamment en tant que ressource nectarifère pour les insectes pollinisateurs.

LES ORTHOPTÈRES INDICATEURS DE LA STRUCTURE DE L'ÉCOSYSTÈME ET LA DIVERSITÉ DE MICRO-HABITATS

Les caractéristiques des peuplements d'orthoptères donnent des informations se rapportant à la structure de la végétation qu'ils décrivent finement (densité et hauteur de la strate herbacée, surface nue, sol tassé ou meuble) ainsi qu'aux conditions abiotiques du milieu (températures moyennes, minimum ou maximum thermiques, humidité, etc.). La densité en orthoptères informe par ailleurs sur les ressources alimentaires disponibles pour de nombreux prédateurs, notamment l'avifaune, les reptiles et d'autres arthropodes.

UNE APPROCHE COMPLÉMENTAIRE

Le suivi concomitant des orthoptères et des papillons de jour apporte des informations d'autant plus précises qu'elles sont basées sur un plus grand nombre d'espèces potentielles. Cela permet de conforter ou relativiser les résultats en fonction des réponses convergentes ou contradictoires des espèces entre elles.

MENACES ET ENJEUX

Les papillons de jours et les orthoptères sont d'ores et déjà menacés par la détérioration et la destruction de leurs habitats, induites par l'aménagement du territoire et l'agriculture intensive, première cause de régression des rhopalocères en Europe (Sanchez-Bayo & Wyckhuys., 2019). Le réchauffement climatique affecte surtout les espèces endémiques, montagnardes et alpines (Sanchez-Bayo & Wyckhuys., 2019). S'ajoute l'abandon des pratiques agricoles et pastorales qui conduit à une fermeture des milieux.

L'évaluation de 435 espèces de papillons natifs d'Europe montre que 19 % des espèces déclinent, surtout en Méditerranée et dans les pays de l'est (Van Swaay *et al.*, 2010). Les papillons communs ne sont pas épargnés dans certains pays d'Europe : 41 des 54 espèces communes sont en déclin depuis les années 1970 en Grande Bretagne (Fox *et al.*, 2006).



© Paulin Mercier - CEN PACA

L'Azuré du serpolet (*Phengaris arion*), espèce myrmécophile autrefois répandu en Europe est entrée dans une dynamique générale de régression. Elle est inscrite « En danger » sur la liste rouge européenne.

Bien que moins documenté, les orthoptères figurent parmi les groupes les plus menacés en Europe. En France, 37 % de la faune orthoptérique mérite un état de veille pour assurer une conservation durable (Sardet & Defaut, 2004). Sur les 216 espèces françaises, 10 sont proches de l'extinction ou déjà éteintes, 23 fortement menacées d'extinction et 46 sont à surveiller. Les espèces des milieux steppiques et des milieux humides comptent parmi les espèces les plus vulnérables et en déclin.

Ces constats actuels incitent donc à une vigilance extrême face à l'évolution des peuplements de papillons de jour et d'orthoptères. La portée informative de cette évolution n'est possible que par la mise en place d'un suivi sur le long-terme.

LES SITES DE LA ROCHE ET DU VILLARD EN BORDURE DU LAC DE SERRE-PONÇON

Propriétés du Conservatoire du littoral et des rivages lacustres, les sites de La Roche (Lauzet-Ubaye, Alpes de Haute-Provence) et du Villard (Rousset, Hautes-Alpes) sont gérés depuis 2012 par le CEN PACA. Ces sites, situés sur les rives du Lac de Serre-Ponçon, sont constitués de milieux pastoraux de moyenne montagne.

Les cortèges d'insectes observés sont originaux et d'un grand intérêt patrimonial car ils témoignent de la colonisation par une faune d'affinité méditerranéenne et steppique peu commune et localisée. Ce sont les milieux ouverts et secs qui abritent le plus grand nombre de ces espèces, toutes liées ou favorisées par la présence de pâturage.



© Mathilde Dusacq - CEN PACA

En haut au premier plan, le site du Villard avec une influence méditerranéenne marquée ; en bas, le site de La Roche sur la branche ubayenne du lac, en contexte plus montagnard.

ÉTAPE 1

ÉTAT INITIAL DES CONNAISSANCES

Au préalable il convient de recueillir les données existantes sur les zones d'études par des recherches bibliographiques et la consultation des bases de données disponibles. Ceci permet d'avoir une idée du niveau de connaissance initial.

L'identification des orthoptères et des papillons de jour présente certaines difficultés et requière des compétences spécifiques.

ÉTAPE 2

MISE EN PLACE DES SUIVIS

1. Matériel nécessaire

Pour mener à bien les suivis, le matériel requis est le suivant :

- un filet à papillon,
- un appareil photo,
- une loupe x10,
- un double décamètre,
- des guides de détermination.

La détermination des espèces s'est appuyée sur deux guides de références :

- Papillons de France. Lafranchis, 2015.
- Cahier d'identification des orthoptères de France, Suisse Belgique et Luxembourg. Sardet, Roesti et Braud, 2015.

2. Caractéristiques et emplacement des placettes

Les placettes sont les mêmes pour les protocoles papillons et orthoptères. Elles couvrent une surface de 1000 m² avec un rayon de 17,5 mètres.

Les placettes sont disposées de façon à refléter au mieux la diversité des milieux ouverts. Les protocoles d'échantillonnage proposés sont standardisés, permettant de comparer les placettes entre elles et de les suivre dans la durée. Dans le cadre du protocole des papillons de jour et zygènes, la placette doit comprendre un milieu herbacé ouvert, permettant un bon ensoleillement. Cela comprend aussi bien des parcelles de pelouses ou de prairies que des lisières forestières. Le milieu choisi doit posséder une structure végétale la plus homogène possible. La définition de l'habitat s'appuie sur la typologie EUNIS (Dupont, 2014).

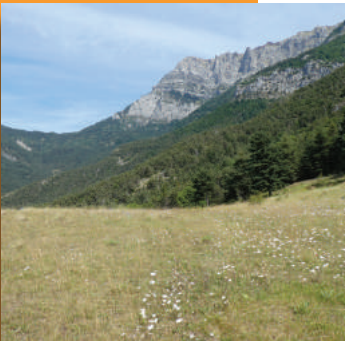
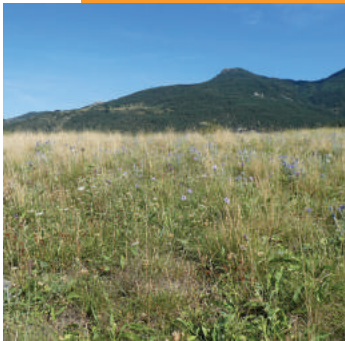
Pour chaque placette seront renseignées la localisation, la structure de la végétation, la composition des micro-habitats (affleurements rocheux etc.) et les pratiques de gestion exercées (fauche, pâturage, parc de nuit etc.).

Figure 1 : Fiche de la Placette 1 pour le site de La Roche

Nom de la placette : Placette 1		Situation géographique à l'échelle du site	
Site : La Roche Commune : Lauzet-Ubaye Altitude : 985 m Coordonnées GPS (WGS 84) : X : 44.4644 Y : 6.38874			
Description de la placette			
Végétation : Pelouse méso-xérophile à <i>Bromus erectus</i> Pratiques et gestion : pâturage, parc de nuit Composition de la placette : Affleurements rocheux, en limite avec une lande à <i>Juniperus communis</i>			

In situ

Sur chacun des sites, trois placettes ont été positionnées à des altitudes différentes sur le même versant. L'influence méditerranéenne est toujours plus marquée sur la placette à basse altitude. Elle contraste avec le contexte plus montagnard de la placette la plus en altitude. Ainsi, les placettes reflètent la diversité des habitats et occupent des positions stratégiques pour étudier l'évolution des cortèges face aux changements climatiques.



Placettes de suivis sur le site de la Roche (2017) : à gauche : pelouse sèche au faciès steppique ; au centre : pelouse mésophile devenue rase suite au pâturage ; à droite : prairie altitudinale méso-xérophile

3. Choix des protocoles

3.1. PAPILLONS DE JOUR : LE PROTOCOLE CHRONOVENTAIRE

Le Chronoventaire est un protocole national d'acquisition de données sur les rhopalocères et les zygènes. L'animation est assurée par le MNHN-SPN en lien avec les partenaires de l'inventaire national mené sur ces deux groupes (Dupont 2014). Proche des habitudes intuitives de prospection naturaliste, l'inventaire est fondé sur un itinéraire non fixe et limité dans le temps en fonction de la richesse spécifique.

Son objectif est d'acquérir des données sur les facteurs qui structurent, à une échelle stationnelle, les communautés d'espèces observées au stade imago.

Mise en pratique :

La durée minimale d'observation des papillons de jours et zygènes à l'état adulte sur une session de chronoventaire est de 20 minutes.

La session se déroule de la façon suivante :

- Noter la première espèce rencontrée : l'heure exacte de ce premier contact est notée. Elle correspond à l'heure du départ du Chronoventaire.
- Attribuer le chiffre 1 à toutes les espèces rencontrées au cours des 5 premières minutes. Ce chiffre correspond à un rang d'observation.
- Attribuer le chiffre 2 à toutes les espèces rencontrées entre 5 et 10 minutes, ainsi de suite. La durée minimum de 20 minutes du Chronoventaire est donc découpée en 4 périodes qui correspondent à autant de rangs d'observation.
- Si aucune nouvelle espèce n'est observée pendant 15 minutes après la dernière période de 5 minutes au cours de laquelle la dernière espèce a été observée, la session de Chronoventaire s'arrête.

Les espèces nécessitant un temps de détermination pouvant être long sont prélevées temporairement et l'observateur note le genre sur son carnet de terrain (exemple *Pyrgus sp. α* pour le premier exemplaire prélevé, *Pyrgus sp. β* pour le deuxième exemplaire prélevé, etc.). Il reporte cette codification sur la papillote contenant l'individu. Cette papillote doit bien sûr comporter le code de la station et de la session. Un exemple de fiche relevé est présenté en annexe (annexe 1).

© Dupont - MNHN



© Williams Gillot - CEN PACA

A gauche : schéma du déroulement du Chronoventaire (2014) ; à droite : capture et détermination rapide pendant le protocole (le chronomètre peut être arrêté).

Le parcours dans la station se fait de manière progressive, au choix de l'observateur. Tous les éléments présents (formations herbacées pauvres en fleurs, zones fleuries, zones arbustives, zones de sol nu ou rochers affleurants etc.) doivent être visités sans priorisation. Il est conseillé de repasser plusieurs fois dans chaque zone.

Lors de chaque chronoventaire, le paramètre « degré de disponibilité florale » est précisé selon les quatre choix suivants :

FLEUR_1 : Moins de 5 % de la surface échantillonnée comporte une strate de végétation (dicotylédone) en période de floraison.

FLEUR_2 : Majorité de fleurs de pissenlits caractérisant certains habitats agropastoraux.

FLEUR_3 : Majorité de fleurs d'ombellifères caractérisant certains habitats de lisières forestières et mégaphorbiaies.

FLEUR_4 : Majorité de fleurs roses, mauves ou violettes ou diversité de couleur de fleurs.

Conditions requises :

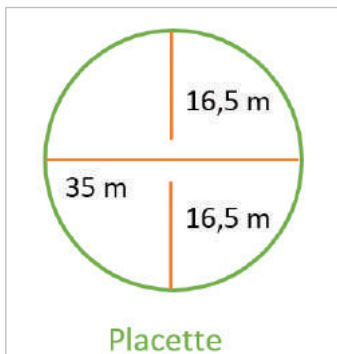
Horaires entre 9h et 16h	>14 °C en plaine >12°C en montagne  
Vent < 30 km/h	>17°C en plaine >15°C en montagne  

Si les conditions météorologiques deviennent défavorables pendant le protocole, l'observateur arrête ses observations. Il reprend le protocole au départ si les conditions redeviennent favorables (excepté après le passage de fortes pluies).

3.2. ORTHOPTÈRES : L'INDICE LINÉAIRE D'ABONDANCE (ILA)

L'indice linéaire d'abondance (ILA) est basé sur la méthodologie proposée par VOISIN (1986), avec quelques modifications apportées de manière à s'adapter aux contraintes de terrain et de temps.

Deux lignes sont tracées et se croisent, formant chacune le diamètre de la placette. Afin de ne pas compter les orthoptères deux fois au croisement des deux transects, un mètre de chaque côté du centre est retiré sur l'une des deux lignes.



La surface couverte par chaque Indice Linéaire d'Abondance est donc la suivante :

$$35 \times 2 + 33 \times 2 = 136 \text{ m}^2$$

Le long du transect, le déplacement s'effectue à pas lent pour éviter de faire fuir les individus. Il importe d'identifier à vue le maximum d'entre eux pour ne pas entrainer leur fuite en dehors de la surface étudiée.

Dans certains cas, il est cependant nécessaire d'avoir l'insecte en main, après capture au filet. Il convient dans ce cas de compter ceux qui se sont déplacés en dehors du transect, voire de les capturer à leur tour s'ils n'ont pas été identifiés à temps, afin de refléter au plus près l'abondance.

Le stade de développement (adulte ou larve), le sexe et le taxon sont notés pour chaque individu comptabilisé dans le relevé. Un exemple de fiche relevé est présenté en annexe (annexe 3).

S'ajoute à ce protocole un complément d'inventaire de 15 minutes. Il se veut complémentaire de l'ILA de façon à refléter au mieux le cortège d'espèces occupant chaque placette. Pour cette raison il utilise des techniques non utilisées durant l'ILA : la détection à l'ouïe et le fauchage au filet de la strate herbacée.

Certaines espèces sont difficilement identifiables à vue mais reconnaissables à l’ouïe. C’est le cas par exemple du groupe *Chorthippus biguttulus*, *brunneus*, *mollis*. Noté *Chorthippus* BBM, on peut rapporter l’abondance à ces trois espèces si elles sont détectées à l’ouïe durant l’ILA.

© Laura Granato - CEN PACA



Réalisation d’un ILA sur le site de La Roche en 2017 (à gauche) et du Villard en 2019 (à droite)

4. Périodes de passages et fréquence

Les protocoles prévoient un passage par mois, d’avril à septembre - soit six passages par an - de manière à couvrir les périodes de vol du maximum d’espèces présentes et/ou potentielles. Il est nécessaire d’appliquer le protocole sur une période de trois années successives pour se dédouaner des aléas météorologiques, quitte à espacer chaque période de trois à cinq ans selon les moyens humains et financiers.

2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Suivis			Arrêt			Suivis		

In situ

Les conditions météorologiques printanières en contexte montagnard ont rendu difficile les prospections en 2017 et en 2018. Les passages ont été décalés de deux semaines par rapport à la date initialement prévue. La météo, variable d’une année sur l’autre, souligne une fois de plus l’intérêt d’un suivi sur plusieurs années.

Les protocoles ont, autant que faire se peut, été réalisés les mêmes jours par les deux salariés mobilisés sur chacun des inventaires.

Calendrier de passage sur le site de La Roche :

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
2017	-	30/05	04/07	31/07	01/09	-
2018	17/04	-	06/07	19/07	20/08	26/09
2019	09/05	23/05	21/06	30/07	21/08	26/09

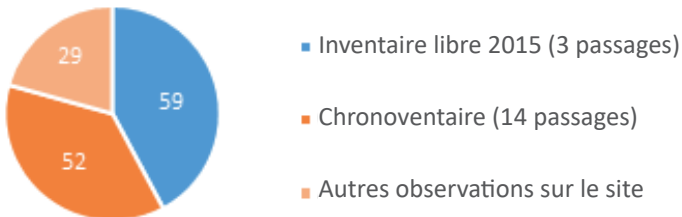
5. Inventaires libres et protocoles : divergences et complémentarités

Pour avoir un état initial le plus exhaustif possible du cortège de papillons de jour et d'orthoptères présents sur un site, la mise en place d'un inventaire pluriannuel est essentiel. En effet, les fluctuations inter-annuelles des effectifs, couplées à des conditions météorologiques variables d'une année sur l'autre, favorisent ou non l'apparition et la détectabilité de certaines espèces.

Les inventaires libres et la mise en place de protocoles sont **deux approches complémentaires**. En effet, **les inventaires libres contribuent à l'amélioration de la connaissance** mais ne permettent pas le suivi des espèces et de leur abondance dans le temps. A l'inverse, **le Chronoinventaire et l'indice linéaire d'abondance permettent de suivre l'évolution des cortèges dans le temps**, mais n'apportent qu'une plus-value restreinte dans l'amélioration de la connaissance du nombre d'espèces.

In situ

Sur le site du Villard, un inventaire libre avec trois passages (avril, juin et août) a été réalisé en 2015 avant la mise en place des suivis. Sur les 86 espèces de rhopalocères et zygènes connues, 59 espèces ont été inventoriées en 2015, contre 52 au total durant les trois années de suivis Chronoinventaire. Sur les 40 espèces d'orthoptères connus, 22 ont été inventoriées en 2015, contre 27 au total sur les trois années d'ILA.

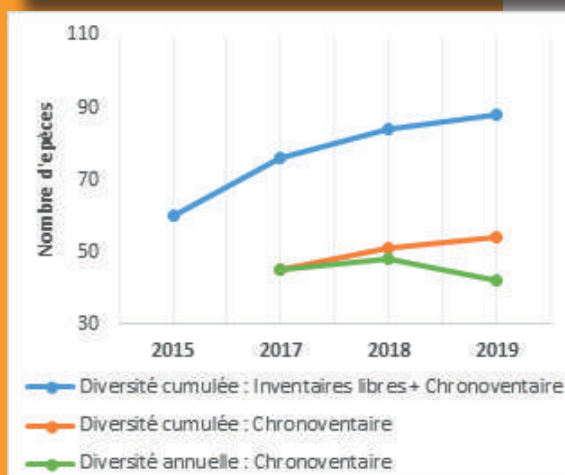
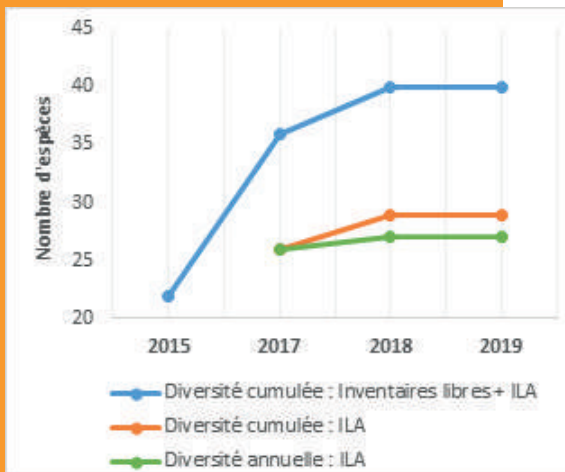


Richesse spécifique acquise selon deux méthodes : inventaire libre sur une année et suivis Chronoinventaire pluriannuels. Le nombre de taxons issus des observations annexes durant les journées de suivi est également mentionné.

- La plus-value du Chronoventaire apparaît donc plus dans la standardisation et la reproductibilité du protocole que dans un objectif de recensement des espèces d'un site. Après 14 jours de terrain limités aux placettes de suivi, 60 % du cortège est connu via le protocole Chronoventaire, contre 69 % avec seulement 3 jours de terrain répartis sur le site et le long de la saison dans le cadre d'un inventaire classique.

- Après trois années de suivis Chronoventaire, de nouvelles espèces de papillons sont encore ajoutées, bien que leur nombre diminue d'année en année. Ainsi, 16 nouvelles espèces s'ajoutent en 2017, puis 8 en 2018 et 4 en 2019. Parmi les nouvelles espèces ajoutées entre 2017 et 2019, ¾ ont été vues lors du Chronoventaire.

- Après trois années de suivis ILA, la diversité spécifique des orthoptères atteint un palier, aucune nouvelle espèce n'ayant été contactée entre 2018 et 2019. La diversité spécifique semble relativement stable à l'échelle du site d'après les données protocolaires. Les nouvelles espèces qui s'ajoutent entre 2015 et 2018 sont en majorité issues des 15 minutes de prospections libres ajoutées en fin de protocole. L'ILA ne reflète donc pas une image exhaustive de la communauté d'orthoptères, mais permet un suivi de la diversité partielle et de l'abondance des espèces connues à partir du protocole.



Comparaison de la diversité cumulée sur le site du Villard entre 2015 et 2017 (données inventaires libres et protocoles) avec la diversité cumulée et la diversité annuelle sur placette entre 2017 et 2019 (uniquement d'après les données protocoles).

6. Structuration des communautés

6.1. DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité, l'état initial du nombre d'espèces présentes à l'échelle du site et à l'échelle des placettes servira de point de référence pour mesurer l'évolution de la diversité spécifique à plus long-terme. L'objectif est de détecter une stabilité, une diminution, un effondrement ou une augmentation du nombre d'espèces. Ces résultats seront intéressants à re-contextualiser à échelle locale et globale.

In situ

Sur le site de La Roche, la diversité en orthoptères d'après les ILA est stable sur les trois années à l'échelle du site alors qu'elle est beaucoup plus fluctuante chez les papillons de jours et zygènes. Le caractère moins mobile des orthoptères est une hypothèse qui explique peut-être en partie la stabilité de la diversité sur les trois années de suivi. La chute de la diversité en papillons de jour observée en 2019 peut être la résultante de conditions climatiques défavorables, d'un biais observateur ou d'un premier signal de déclin de la diversité. La réitération du suivi pourra éclairer ces différentes pistes avec une remise en perspective de ce premier jeu de données.

	2017	2018	2019
Papillons de jours	50	58	42
Orthoptères	27	27	26

Evolution du nombre d'espèces de papillons de jours et d'orthoptères sur les trois années de suivi.

6.2. ESPÈCES GÉNÉRALISTES ET SPÉCIALISTES

L'objectif est de comptabiliser sur l'ensemble du cortège la part représentée par les espèces généralistes et celle par les espèces spécialistes. Les analyses s'appuient sur un suivi pluriannuel réalisé par le CEN Champagne-Ardenne sur la réserve naturelle du bois de Villemoron (Leconte, 2016).

A plus long-terme, le but est d'observer l'évolution de la structure du cortège vis-à-vis de ces deux catégories. Ainsi, la régression de la diversité d'espèces spécialistes indiquerait une dégradation des habitats de pelouses et prairies pouvant résulter d'une gestion défavorable. Les espèces spécialistes possèdent généralement une capacité de dispersion plus faible que les espèces généralistes (Dupont, 2015) et sont donc plus vulnérables face aux changements locaux et globaux.

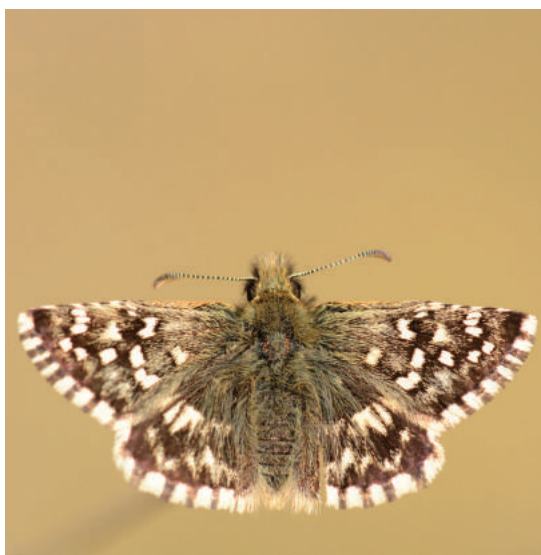
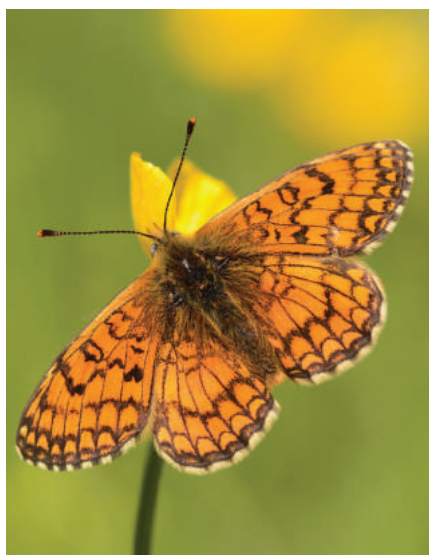
Le degré de sténopécie utilisé dans l'analyse s'appuie sur la base de données « Traits de vie » du muséum (Dupont 2015). Les espèces sont classées en 4 catégories :

Liste 1 : Espèces généralistes dont les chenilles se développent dans de nombreux types d'habitats.

Liste 2 : Espèces moyennement généralistes dont les chenilles se développent principalement dans l'habitat associé. L'espèce peut se maintenir au niveau de l'habitat même dans le cas où ce dernier subit une dégradation. Ces espèces sont généralement communes.

Liste 3 : Espèces spécialistes dont les chenilles se développent majoritairement dans l'habitat associé. Le bon état de conservation de ce dernier est un facteur clef pour la dynamique des populations des espèces associées.

Liste 4 : Espèces spécialistes ayant une répartition très localisée dans le département. Cette répartition peut être liée à une spécialisation importante de l'espèce vis à vis d'une composante de l'habitat et/ou à une adaptation chorologique moindre dans le département concerné.



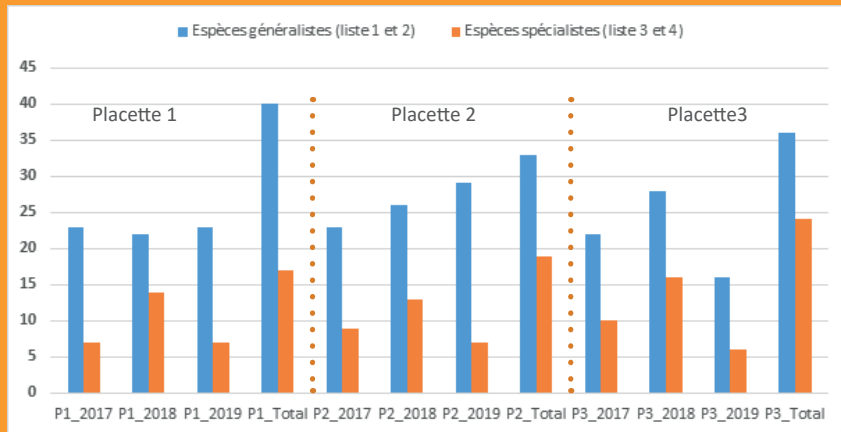
A gauche, une espèce spécialiste *Melitaea parthenoides*, qui affectionne les prairies mésophiles à humides, à droite, une espèce généraliste *Pyrgus malvoides* qui colonise la moindre surface mésophile et rase où croissent ses plantes hôtes, des potentilles.

Les espèces spécialistes représentent une part importante du cortège sur les trois placettes, en particulier sur la placette la plus altitudinale (P3) où elles représentent 2/3 du cortège. Sur la pelouse mésophile (P2), les espèces généralistes sont en augmentation depuis 2017. Les espèces spécialistes ont à l'inverse régressé, ne représentant plus qu'1/4 du cortège. La présence d'un parc de nuit en 2017 a modifié la végétation, marquée par l'absence de Jarosses (*Vicia cracca*) pourtant abondante en 2015. Il serait intéressant de proposer une mise en défend et de comparer la part d'espèces spécialistes par rapport à ces premiers résultats lors du prochain suivi.



© Laura Granato - CEN PACA

A gauche, pelouse mésophile à *Vicia cracca* en 2015, à droite, pelouse rase avec plages de sol à nu en 2017 suite à la mise en place d'un parc de nuit.



Evolution du nombre d'espèces généralistes et spécialistes sur les trois placettes du site de La Roche entre 2017 et 2019

6.3. ABONDANCE

Pour les papillons de jours :

L'abondance d'une espèce se réfère à son rang d'observation. Les espèces de rang 1 sont considérées comme les plus abondantes. Plus on décroît dans les rangs, et moins l'espèce sera abondante. L'objectif est de visualiser la structure du cortège en termes d'abondance : quelles sont les espèces structurantes, c'est-à-dire les plus abondantes et vis-versa, les espèces à plus faible effectif ?

A ce premier paramètre qu'est l'abondance, traduit par le rang d'observation, s'ajoute l'occurrence, c'est à dire le nombre de fois où l'espèce a été contactée. Le nombre d'occurrence d'une espèce est ainsi calculé pour chaque rang où elle va apparaître. Entre 2017 et 2019, le Gazé (*Aporia crataegi*) a été contacté 3 fois au rang 1, une fois au rang 4 et une fois au rang 6.

Les espèces sont ensuite resituées les unes par rapport aux autres selon une classification hiérarchique décroissante en partant du rang 1. Ces analyses peuvent être réalisées à l'échelle du site et des placettes.

Cette classification permet de suivre l'abondance des espèces indicatrices et patrimoniales au sein du cortège. Le rang d'observation vient relativiser le nombre d'occurrence pour les espèces avec une courte période de vol.

A plus long terme, l'objectif est de pouvoir suivre :

- la structure de l'ensemble du cortège,
- l'abondance d'une/d'un groupe d'espèces, notamment les espèces indicatrices et patrimoniales.





Pour les orthoptères :

De même que pour les papillons de jours, le but est de définir les espèces structurantes du cortège, en fonction de leur abondance et de leur fréquence. Les espèces les plus souvent rencontrées dans les relevés sont en général les plus abondantes (Jaulin & Baillet, 2007).

La fréquence représente le pourcentage de présence d’une espèce donnée sur l’ensemble des stations (Jaulin & Baillet, 2007). Pour la calculer, nous avons besoin de : P (le nombre de stations étudiées où l’espèce a été observée) et Q (le nombre total de stations) (Voisin, 1986).

$$\text{Fréquence} = 100 \times (P/Q)$$

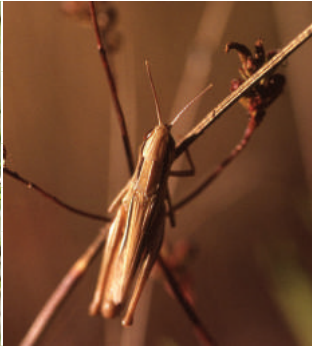
A l’échelle de la placette, la fréquence des espèces sur plusieurs années de suivis a été calculée de la façon suivante :

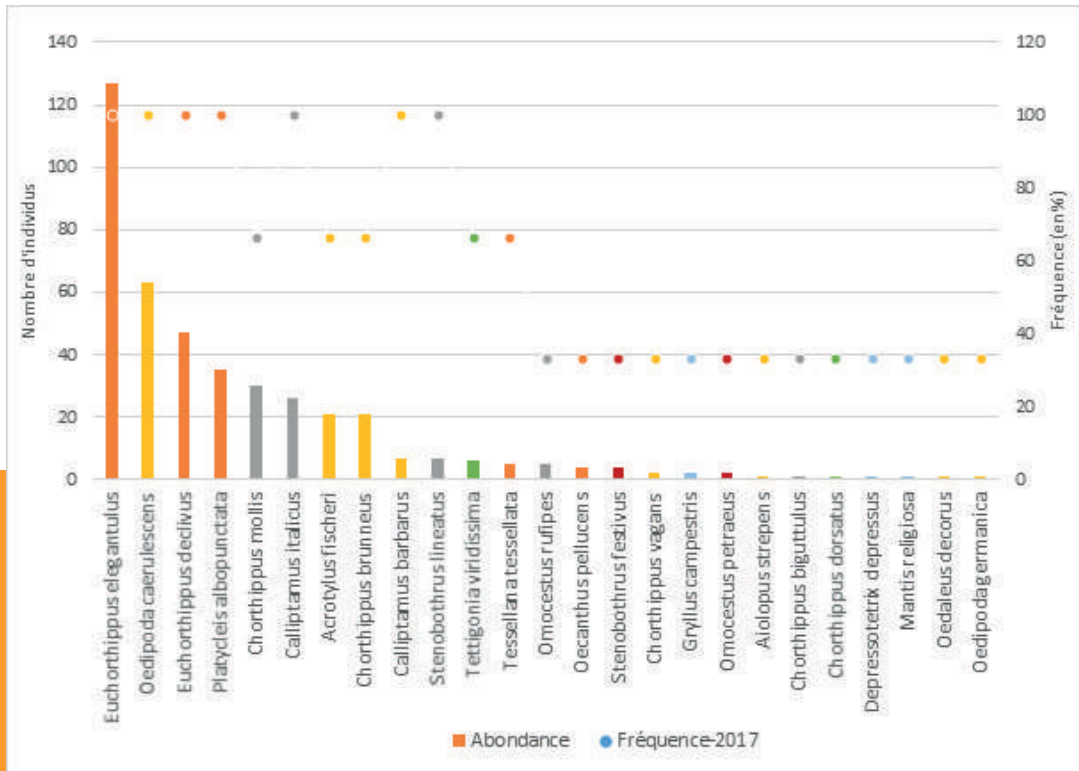
$$\frac{100 \times (R \text{ (nombre d'occurrence sur la placette)})}{S \text{ (nombre de passages sur x années)}}$$

In situ

Sur le site du Villard, les espèces structurantes du peuplement sont des espèces pionnières, euryèces et liées à une strate herbacée dense. Deux espèces à enjeux, le Sténobothre occitan (*Stenobothrus festivus*) et le Criquet des friches (*Omocestus petraeus*) font partie des espèces les moins abondantes et les moins fréquentes sur les ILA en 2017. L'influence est plus marquée sur le site du Villard où la sécheresse de 2017 s'exprime dans le peuplement par une grande diversité d'espèces thermophiles et la quasi-absence d'espèce mésophile.

Abondance et fréquence des espèces sur l'ensemble des relevés de 2017 sur le site du Villard
 © Mathilde Dusacq, S. Bence, P. Mercier - CEN PACA

Espèce pionnière, faible recouvrement végétal			
Espèce des milieux herbacés denses			
Espèce steppique			
Espèce mésophile			
Espèce pré-forestière			
Espèce des pelouses et prairies			
Espèce à large gamme de milieux		Stenobothrus festivus	Euchorthippus elegantulus



Aiolopus strepens



Chorthippus dorsatus

A l'échelle des placettes et toutes entités taxonomiques confondues, le graphique ci-dessous apporte plusieurs niveaux d'informations :

- En termes de biomasse, les larves de Gomphocerinae sont prépondérantes et structurent le cortège en début de saison. L'abondance de ces larves joue un rôle important dans les réseaux trophiques du site, en tant que ressource alimentaire pour de nombreux oiseaux, reptiles et autres invertébrés.
- Les espèces dominantes sur cette placette, marquée par une influence méditerranéenne, sont des espèces thermophiles associées à deux types de faciès :
 - strate herbacée rase et clairsemée, tels que l'Oedipode bleuâtre (*Oedipoda caerulescens*) et l'Oedipode framboisine (*Acrotylus fischeri*)
 - strate herbacée dense avec le Criquet des Bromes (*Euchorthippus declivus*) et la Decticelle grisâtre (*Platycleis albopunctata*).

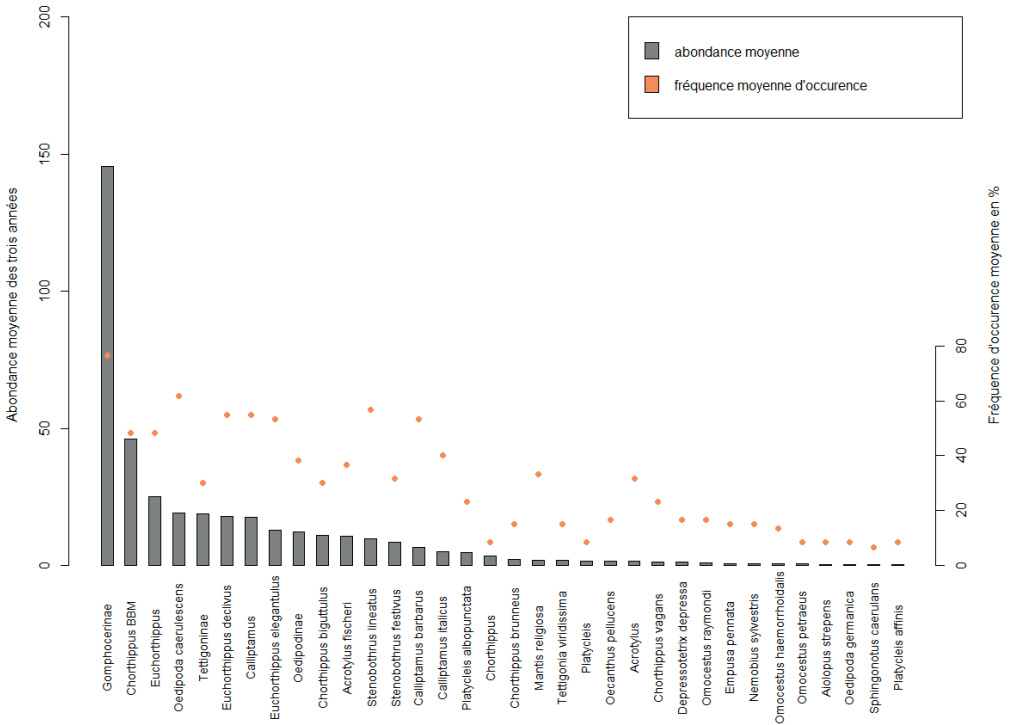
Ces deux cortèges traduisent une diversité de micro-habitats sur la placette.

- La représentativité des espèces steppiques patrimoniales est détaillée à l'échelle de placette. Le Sténobothre occitan (*Stenobothrus festinus*) est relativement fréquent et abondant au regard de sa courte période d'apparition au printemps. En effet, cette espèce a été observée tous les ans sur la placette avec un nombre d'individus assez élevé. A l'inverse, le Criquet des friches (*Omocestus petraeus*), espèce tardi-estivale, fait partie des espèces les moins abondantes et les moins fréquentes. Cette espèce n'a en effet pas été revue en 2018 et en 2019. La réitération du suivi dans trois ans permettra d'infirmier ou de confirmer l'absence de cette espèce sur le site.



© Dusacq Mathilde - CEN PACA

L'Oedipode soufre (*Oedaleus decorus*), espèce thermophile liée à des habitats avec une végétation lacunaire



Abondance et fréquence des espèces sur la placette 1 (moyenne sur les trois années de suivis)
Analyse réalisée sous logiciel « R » par Fanny Guillaud - CEN PACA



© Stéphane Benise - CEN PACA

Larve de gomphocerinae

7. Espèces indicatrices : des sentinelles face aux changements globaux

La définition d'espèces indicatrices se base sur les critères suivants s'ils sont connus : écologie spécifique, aire de répartition, endémisme, vulnérabilité biologique ainsi que statut de menace évalué à partir des Listes rouges régionales et nationales. Ont été ajoutées les espèces appartenant à des textes législatifs :

- Convention de Berne (1979)
- Directive « Habitats Faune-Flore » (1992)
- Liste des espèces protégées sur le territoire français (arrêté ministériel du 23 avril 2007)

Les espèces d'orthoptères inféodées aux zones humides et aux milieux steppiques figurent parmi les espèces les plus menacées en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA, 2019).

In situ

Malgré la proximité et l'exposition similaire en versant sud des trois placettes, le peuplement est remarquablement différent. Certaines espèces ne sont ainsi présentes que sur une des trois placettes en fonction de leurs affinités écologiques spécifiques. Ces espèces constituent des témoins privilégiés de l'évolution abiotique (température, humidité, sol à nu) à échelle locale. Les orthoptères sont particulièrement parlants en raison de leur caractère plus localisé.

Quelques espèces indicatrices du site du Villard	P1	P2	P3
Espèces typiquement montagnardes			
<i>Stauroderus scalaris</i>	-	-	x
Espèces liées aux milieux mésophiles à humides			
<i>Chorthippus dorsatus</i>	-	-	x
<i>Cupido argiades</i>	-	-	x
Espèces méditerranéo-montagnardes des milieux arides			
<i>Stenobothrus festinus</i>	x	-	-
<i>Omocestus petraeus</i>	x	-	-
<i>Erebia epistygne</i>	x	x	-
Espèce en limite nord d'aire de répartition			
<i>Platycleis affinis</i>	x	-	-

Tableau des espèces indicatrices, objet d'une attention particulière sur le site du Villard.



Trois espèces indicatrices sentinelles des changements globaux à plus long terme : le Sténobothre occitan, d'affinité steppique ; l'Azuré du trèfle, espèce méso-hygrophile et le Criquet jacasseur, espèce montagnarde

8. Phénologie

8.1. PAPILLONS DE JOURS ET ZYGÈNES

Le suivi phénologique des papillons de jours sur le long-terme permettra de détecter l'avancement ou le retard de la période d'apparition des espèces, ainsi que l'écourtement ou l'allongement de leur période de vol. Les espèces précoces, tardives et pluri-générationnelles seront intéressantes à suivre car particulièrement parlantes.

Le rang des espèces peut également être utilisé comme témoin du pic d'abondance durant la période de vol : le pic d'abondance se traduit par le contact aux premiers rangs et le début ou la fin de période de vol par le contact dans les derniers rangs. La modification de l'apparition des espèces selon l'altitude peut également être informative, dans le cas où il existe une différence altitudinale significative entre chaque placette.

in situ

D'après le tableau ci-dessous qui croise la date d'apparition et le rang d'observation, les informations suivantes sont données à titre d'exemple pour deux espèces : le Mercure (*Arethusana arethusana*), espèce tardi-estivale, et l'Azuré des cytises (*Glaucopsyche alexis*), espèce méditerranéenne printanière.

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Placette 3 (1180 m)						
2017		1				1
2018				6		2
2019		10		7	1	
Placette 2 (1000 m)						
2017		1				1
2018				13		1
2019					3	1
Placette 1 (980 m)						
2017						1
2018				7		1
2019		2		4	2	

Tableau comparatif de la phénologie de 4 espèces de papillons de jour sur le site de La Roche d'après les données chronoventaire de 2017, 2018 et 2019.
Les chiffres représentent les rangs du Chronoventaire

Retour d'expérience : le jardin des papillons de Digne-les-Bains

L'émergence des 139 espèces de papillons au Jardin des papillons de Digne-les-Bains (Alpes de Haute-Provence) a fait l'objet de 13 années d'observation. Aujourd'hui, les effets du réchauffement climatique ont été constatés, avec des émergences de plus en plus précoces depuis 2003 et l'apparition d'espèces méditerranéennes (La saison des papillons de Provence : Nicolas Maurel, Yves Doux, 2014).

Le Mercure semble stable et abondant sur les trois placettes, sa période de vol s'étalant entre mi-août et début septembre. La phénologie de cette espèce et son rang d'apparition seront donc particulièrement intéressants à suivre dans le temps.

L'Azuré des cytises est apparu en 2019 à la fin mai au rang 2 et n'est présente que sur la placette à plus basse altitude. Une attention particulière est à porter sur une remontée éventuelle sur les deux placettes plus altitudinales.



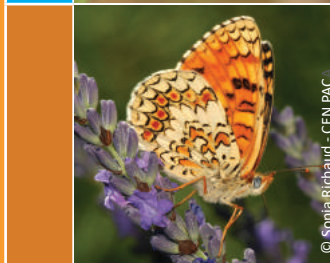
***Arethusana arethusana*
(Mercure)**

- Espèce tardive présente sur les 3 placettes
- Mi-août et début septembre



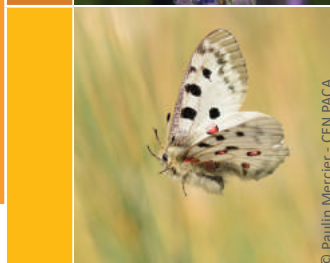
***Glaucopsyche alexis*
(Azuré des cytises)**

- Espèce printanière méditerranéenne uniquement présente sur la placette 1
- Fin mai



***Melitaea phoebe*
(Mélitée des centaurees)**

- Espèce estivale présente sur les 3 placettes
- Fin mai à début juillet



***Parnassius Apollo* (Apollon)**

- Espèce estivale présente sur les placettes 2- 3
- Mi-juillet à fin juillet, une donnée erratique fin mai sur la placette 3 en 2019

8.2. ORTHOPTÈRES

De même que pour les papillons, l'observation des dates d'apparition des espèces peut être comparée aux échelles temporelle et spatiale.

En début de saison, les larves sont plus nombreuses que les imagos, ce rapport s'inverse en fin de saison. La date seuil où le nombre d'adulte devient supérieur au nombre de larves peut ainsi être noté et comparé au cours des années.

In situ

Sur le site de la Roche, au cours des années marquées par des épisodes de sécheresse (2017 et 2019), les adultes deviennent plus nombreux entre fin juin et fin juillet. En 2018, année plus humide, le phénomène est plus tardif, le nombre d'adultes dépasse celui des larves entre fin juillet et fin août. Sur ce premier suivi, la date seuil où le nombre d'adultes dépasse celui des larves se situe entre début juillet et début août. A plus long-terme, cette date seuil pourra être comparée afin de détecter un éventuel décalage phénologique.



Comparaison phénologique de l'évolution du nombre de larve et d'adulte au cours d'une saison sur la placette 3 durant les trois années de suivis (P3 : pelouse steppique)

9. Pâturage

Pastoralisme et état de conservation

Le pâturage participe au maintien de l'ouverture des milieux et favorise en ce sens les peuplements de papillons de jours et d'orthoptères. Mais la pression pastorale exercée sur ces milieux peut également avoir un impact négatif sur ces peuplements si elle est trop forte. Les effets du pâturage induisent un broutage et un piétinement plus ou moins intenses qui peuvent conduire à la dégradation du couvert végétal et du sol, limitant la croissance des végétaux (Jaulin & Baillet, 2007). Les associations végétales sont ainsi amenées à évoluer.

En complément des suivis sur l'entomofaune, la mise en place d'un suivi de la végétation sur les placettes de suivi entomologiques pourra de manière complémentaire renseigner sur les effets du pâturage. La diversité floristique pourra ainsi être mise en relation avec les données entomologiques pour mieux comprendre les interactions du pâturage avec les communautés d'insectes.

9.1. LECTURE CROISÉE ENTRE LA PRESSION DE PÂTURAGE ET L'INDICATEUR ORTHOPTÈRES

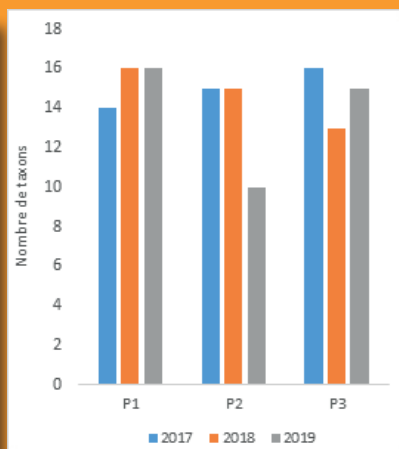
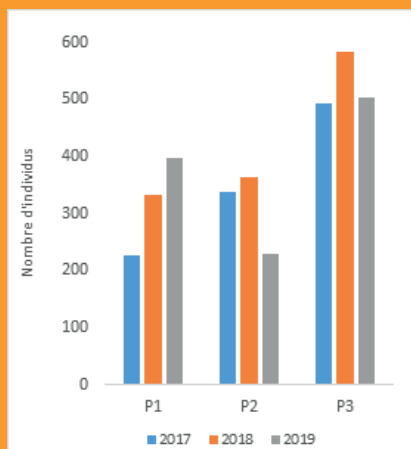
L'impact du pâturage sur les communautés de criquets a été démontré par de nombreuses études. Les conclusions sont néanmoins divergentes voire contradictoires. Plusieurs études ont montré que les réactions sont variables selon l'écologie de chaque espèce (Morris, 1967), confirmé par Voisin (1995) et des recherches de Gueguen (1987, 1990 et 1996).

Les espèces pionnières et thermophiles sont dans un premier temps favorisées par l'apparition de plages de sol à nu qui forment des lieux de ponte favorables pour de nombreuses espèces d'orthoptères (Jaulin & Baillet, 2007). L'abondance mesurée via les ILA peut-être mise en lien avec l'impact du pâturage, et analysée selon chaque espèce. Certaines espèces peuvent également être indicatrices de changements de pratiques et d'évolution de la structure de la végétation en lien avec le pastoralisme.

Ainsi, les espèces inféodées aux milieux ras et secs tels que les Oedipodinae pourraient être favorisées par le passage répété du troupeau, à l'inverse des espèces dépendantes d'une strate herbacée haute ou des espèces méso-hygrophiles.

Par ailleurs, le paramètre pâturage est à associer au paramètre climatique et floristique. À terme, il serait intéressant de croiser les données entomologiques avec des données floristiques et climatiques en vue d'analyses plus poussées.

Sur le site du Villard en 2019, suite au pâturage printanier en juin, la strate herbacée ne s'est pas régénérée sur la placette intermédiaire (P2). L'abondance et la richesse spécifique régressent fortement en 2019 avec une centaine d'individus en moins qu'en 2017 et 2018 et une diversité réduite à 10 taxons. L'abondance des orthoptères, qui atteint un pic entre 150 et 200 individus en juillet 2018, année humide durant laquelle la placette n'a pas été pâturée, ne dépasse pas 70 individus en juillet 2017 et 2019. Dans les années à venir, il sera intéressant d'observer l'évolution de la strate herbacée sur cette placette et de voir sa capacité de régénération en lien avec le réchauffement climatique et les modalités de gestion.



Comparaison inter-annuelle de l'abondance et de la richesse spécifique orthoptérique entre les trois placettes sur le site du Villard





© Laura Granato - CEN PACA



© Mathilde Dusacq - CEN PACA

A gauche : pelouse sèche fleurie en juin 2017, non pâturée par les brebis.
A droite : en septembre 2019, la strate est rase et marquée par de larges plages de sol à nu, impactant les effectifs et la diversité orthoptérique (graphique)

Entre 2017 et 2019, la reprise de la végétation dominée par les fabacées apparaît difficile avec l'apparition de plages de sol à nu en fin de saison 2019 sur la placette intermédiaire (P2). La ressource florale est très limitée et la diversité orthoptérique est en chute comparativement aux autres années, et même aux autres placettes en 2019.



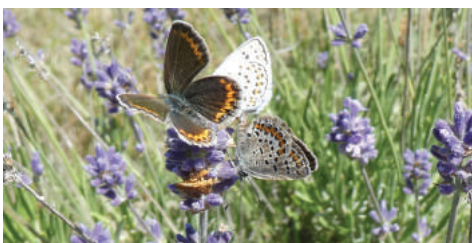
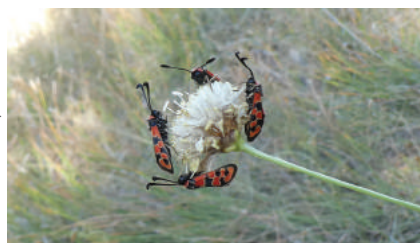
© Mathilde Dusacq - CEN PACA

9.1. LES PAPILLONS DE JOUR ET LA RESSOURCE FLORALE

Moins précis que les orthoptères pour analyser les effets du pâturage à petite échelle, les papillons de jours sont néanmoins très dépendants de la ressource nectarifère qui régresse avec le passage du troupeau.

Le paramètre « degré de disponibilité florale » du Chronoventaire n'est pas adapté pour analyser les impacts du pâturage. FLEUR_1 met en relief la faible disponibilité florale pour les papillons (moins de 10% de plantes en fleur), mais les autres ne renseignent pas exactement sur l'attractivité de la ressource nectarifère. Les fleurs dominantes, outre les grandes familles, ne sont en effet pas renseignées. Or, un faible pourcentage de disponibilité florale n'indique pas forcément une faible attractivité pour les papillons qui peuvent être fortement attiré par des espèces nectarifères. C'est pourquoi d'autres paramètres quantitatifs et qualitatifs ont été proposés dans l'exemple de la fiche relevé des papillons de jours (cf. fiche relevé papillons de jours, partie méthodologie).

© Mathilde Dusacq - CEN PACA



La Céphalaire blanche (*Cephalaria leucantha*) et la lavande sont des plantes très attractives pour de nombreuses espèces. Leur présence en fleur sur les placettes peut donc favoriser la diversité lépidoptérique.

En revanche, certaines espèces peuvent être plus sensibles au pâturage en fonction de leurs affinités écologiques, et se recouper avec les observations orthoptériques.

In situ

Parmi les nouvelles espèces de papillons de jours contactées sur la pelouse mésophile du site de La Roche en 2018, année plus humide, on note l'apparition de trois lycènes mésophiles : l'Azuré du trèfle (*Cupido argiades*), l'Azuré de la Jarosse (*Polyommatus amandus*) et le Demi-argus (*Cyaniris semi-argus*). Ces trois espèces n'ont pas été recontactées en 2019, suite au passage du troupeau en juin et au contexte annuel très sec. Cela montre à quel point les pratiques de gestion et l'évolution des conditions météorologiques sont imbriquées et en interaction.

Les populations d'Echiquier de Russie (*Melanargia russiae*) et de Moiré de Provence (*Erebia epistygne*), sensibles au surpâturage, seront à surveiller.

Avant toute chose, l'intérêt de ce suivi réside dans la possibilité de comparer ces premiers résultats à long-terme. Il est pour cela nécessaire de garder le même nombre de passages, quitte à espacer de plus d'années. Dans l'idéal, le renouvellement des suivis s'opère tous 3 ans avec un suivi sur une période de 3 années ou si des difficultés se posent, tous les 5 ans avec une période de suivi de 3 ans.

LES PLUS

- Les orthoptères apparaissent comme des indicateurs pertinents pour détecter des perturbations locales.
- Les résultats des chronoventaires réalisés sur les trois placettes de 1000 m² reflètent une grande partie du peuplement intégrant le réseau de pelouses ou de prairies environnantes en raison du caractère mobile des papillons de jours.
- Les suivis réalisés par périodes de 3 ans permettent de lisser le biais météorologique et de faire des moyennes comparatives en lien avec les évolutions du climat. Les comparaisons inter-annuelles sont complémentaires. Elles permettent d'appréhender la réaction des communautés en fonction de la météo et de la gestion.
- Les données collectées à plus long-terme permettront une meilleure interprétation des résultats sur chacune des zones de suivi. Les protocoles mis en place ont tout intérêt à être mobilisés sur d'autres sites à échelle régionale voir nationale, dans une idée d'observatoire de l'état des populations de papillons de jours et orthoptères. Ainsi, l'évolution des communautés ou d'une espèce à petite échelle pourra être remise en perspective dans un plus vaste réseau de site, afin de déterminer le caractère locale ou globale des tendances observées.



LES MOINS

- Le nombre de placettes par site reste limité dans cette présente étude. Il est conseillé d'augmenter le jeu de placettes dans la mesure du possible.
- Le nombre de placettes doit être ajusté selon l'accessibilité et le nombre de personnes disponibles, l'idéal étant d'être deux personnes pour réaliser simultanément le chronoventaire et l'ILA. Si l'accès est difficile, et que la personne est seule pour réaliser les suivis, il est préconisé de ne pas dépasser deux placettes à la journée.
- L'absence de placette témoin rend difficile l'interprétation des interactions avec le pâturage.
- Les conditions météorologiques en contexte montagnard rendent difficile la réalisation des 6 passages, surtout au printemps certaines années. Il est néanmoins important de maintenir ce passage précoce pour ne pas rater d'informations cruciales sur l'évolution des peuplements.



© Stéphane Bence - CEN PACA

La Grande sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*)

- Les ensifères et les espèces au comportement craintif sont sous-représentées dans le jeu de données ILA. La migration en hauteur dans les ligneux une fois au stade imago - comme observé chez la Grande sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*) - peut ainsi expliquer leur absence relative sur certaine placette qui sont situées en milieu très ouvert.
- La base de données « Traits de vie » élaborée par le MNHN n'est pas toujours adaptée au contexte régional.
- Le paramètre floristique du Chronoventaire n'est pas adapté pour l'analyse des données.

- BARATEAU J., 2005. Orthoptères et milieux littoraux. Influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la biodiversité, 86p
- CEN PACA., 2019. Liste rouge régionale des orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur
- DEFAUT B., 1978. Réflexion méthodologique sur l'étude écologique et biocénétique des Orthoptères. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse, 114 : 7-16.
- DEFAUT B., 1997. Synopsis des Orthoptères de France. Numéro hors-série des Matériaux entomocénologiques, Bédeilhac, 74 p
- DEFAUT B., MORICHON David., 2015 – Faune de France 97, Criquets de France, Fédération française des sociétés de sciences naturelles, 695p
- DOUX Y, MAUREL N., 2009. La saison des papillons de Provence – Les papillons du jardin et leurs plantes mois par mois. Proserpine, 127p
- DUPONT P., 2014. Le Chronoventaire : un protocole d'acquisition de données pour l'étude des communautés de Rhopalocères et Zygènes. Version 1. MNHN, Paris, France. 57p
- DUPONT P, DEMERGES D, DROUET E, LUQUET G., 2013. Révision systématique, taxinomique et nomenclaturale des Rhopalocera et des Zygaenidae de France métropolitaine. Conséquences sur l'acquisition et la gestion des données d'inventaire. Rapport
- DUSOULIER F., 2002. Les insectes peuvent-ils servir de bio-indicateurs climatiques ? L'exemple des orthoptères en Bretagne. Publications de l'Association Internationale de Climatologie 14, 245–252.
- FOX R, ASHER J, BRERETON T, ROY D, WARREN M., 2006. The state of butterflies in Britain and Ireland. Newbury, NatureBureau, 112p
- GUEGUEN A., 1990. Impact du pâturage ovin sur la faune sauvage : exemple des Orthoptères. Rapport SRETIE-EGPN, Ministère de l'Environnement (contrat 86283), 126p
- GUEGUEN A., 1996. Effet du pâturage sur le peuplement d'Orthoptère d'un alpage des Alpes du Sud. In : Inventaire et cartographie des Invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français. M.N.H.N., S.P.N., I.E.G.B., collection Patrimoines Naturels. Série Patrimoine Ecologique, 25 : 125-135.
- GUEGUEN,A, GUEGUEN-GENEST MC., 1987. Effet du pâturage sur la dynamique de population de Criquet de Sibérie *Gomphocerus sibericus* Finot Orthoptères, Acrididae dans une formation pâturée d'altitude. Note présentée par Jean Dorst. C.R. Acad Sc., 304 (17) : 443-447
- HALLMAN CA, SORG M, JONGEANS E, SIEPEL H, HOFLAND N, SCHWAN H, et al., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. Plos One 12 (10) : e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- HOCHKIRCH A, NIETO A, GARCIA CRIADO M, CALIX M, BRAUD Y, M.BUZZETTI F, CHOBANOV D, ODE B, PRESA ASENSIO J.J, WILLEMSE L, ZUNA-KRATKY T, et al., 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-cricket. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- JAULIN S, BAILLET Y., 2007. Identification et suivi des peuplements de Lépidoptères

- et d'Orthoptères sur l'ENS du Col du Coq - Pravouta. Rapport d'étude de l'OPIE-LR-Perpignan, 107p
- KUDRNA Otakar., 1986. Butterflies of Europe - Aspects of Conservation of Butterflies in Europe, 323p
 - LAFRANCHIS T., 2000. Les papillons de jour de France, de Belgique et du Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénopé, éditions biotope, Mèze (France). 448p
 - LECONTE R., 2016. Suivi des cortèges de papillons des pelouses – Réserve Naturelle Régionale des Pelouses et bois de Villemoron. Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne, 17p
 - MORRIS MG., 1967. Difference between the Invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland ponses of some phytophagous Insects to cessation of grazing. J. Appl. Ecol., 4 : 459-474
 - OPIE/PROSERPINE., 2009. Atlas des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Turriers, Naturalia Publications, 192p
 - OPIE., 2018. Plan national d'actions en faveur des "Papillons de jours" 2018-2027. Version 4.0
 - PRATZ J.L., 2005. Conservatoire du Patrimoine Naturel de la région Centre : Suivi des populations d'Orthoptères du site du Grand Rio comme indicateurs de gestion par le pastoralisme, 57p
 - POLLAR D, YATES T.J., 1993. Monitoring Butterflies for ecology and conservation. Ed. Chapman & Hall, London, 274 p
 - PUISSANT S., 2002. Les Orthoptères comme Indicateurs de l'état de santé des milieux. OPIE-LR ed., Millas, 20p
 - TOLMAN T, LEWINGTON R., 1999. Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delachaux & Niestlé. 320p
 - SARDET E, ROESTIC, BRAUD Y., 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotopé, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304 p
 - SANCHEZ-BAYO F, A.G WYCKHUYS K., 2019. Worldwilde decline of the entomofauna : a review of its drivers. Biological conservation 232, 8-27
 - SORDELLO R, HERARD K, COSTE S, CONRUYT-ROGEON G., TOUROULT J., 2014. Le changement climatique et les réseaux écologiques. Point sur la connaissance et pistes de développement. Rapport MNHN-SPN.
 - VAN SWAAY C, CUTTELOD A, COLLINS S, MAES D, MUNGUIRA, M.L.p, ŠAŠIC Martina, SETTELE J, VEROVNIK R, VERSTRAEL T, WARREN M, WIEMERS M, WYNHO I., 2010. European Red List of Butterflies. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
 - VOISIN J.-F., 1980. Réflexion à propos d'une méthode simple d'échantillonnage des peuplements d'Orthoptères en milieu ouvert. Acrida, 9 : 159-170.

●Exemple de la fiche de relevé des papillons de jours et zygènes

Champs obligatoires requis pour le protocole Chronoventaire

Nom de la placette :

N° Session :

Date : / /

Lieu-

dit :

Commune :

Nom de/des observateur(s)

Nom de/des déterminateurs

Météo

Température/Ensoleillement/vent

Heure du début de session

Heure de fin de session

Code Habitat principal*

Code Habitats adjacents*

Disponibilité florale*

Informations supplémentaires (non demandées par le protocole)

Pastoralisme (passage du troupeau)

Qualitatif :

Peu fleurie – fleurie – très fleurie

Plantes dominantes (2, 3 espèces les plus représentées)

Quantitatif :

Pourcentage de plantes en fleur :

Atteintes sur l'habitat (surfréquentation humaine, surpâturage, incendie, dépôt d'ordures...)

* Se référer à la typologie EUNIS et aux références de disponibilité florale définies par le protocole (Dupont, 2014)

Relevé :

Taxon	Détermination (Filet/A vue)	Sexe	Rang d'observation

• Compléments du protocole ILA pour les espèces difficilement identifiables à vue

Chaque individu est attribué à une entité taxonomique la plus précise possible. En effet, tous les individus ne sont pas identifiables jusqu'à l'espèce dans les cas suivants :

- Des larves d'orthoptères qui ne sont attribuables qu'à un genre comprenant plusieurs espèces proches qui ne sont pas discriminables en l'absence d'ailes ou d'organes génitaux développés : *Euchorthippus sp.*, *Chorthippus sp.* Plus les larves sont jeunes, plus le niveau d'identification est vague, ne permettant de les rapporter qu'à une sous-famille (Gomphocerinae, Oedipodinae) voire une famille (Tetrigidae, Acrididae, Tettigoniidae).
- Certains adultes ne sont pas identifiables à vue ou en main sur le terrain mais le sont facilement à l'ouïe : il s'agit des trois espèces de *Chorthippus* du groupe brunneus / biguttulus / mollis *Chorthippus* « BBM ». Ces trois espèces sont présentes et communes dans les Préalpes du Sud. Cela justifie de compléter le suivi par un inventaire au sein de la placette hors ILA, en prêtant une attention particulière au décomptage de ces trois espèces à partir des mâles stridulant. Une fois le ratio obtenu entre ces trois *Chorthippus*, celui-ci est reporté sur le décompte de tous les individus « BBM » comptés sur le linéaire.
- Certaines espèces ne sont identifiables qu'en main au travers des pièces génitales des mâles : il s'agit de *Calliptamus italicus* / *barbarus*. Les individus femelles comptés au cours de l'ILA ne peuvent être reportés sur l'une ou l'autre espèce lorsqu'elles sont en mélange et qu'aucun ou très peu de mâles ont été relevés, ces derniers étant généralement moins nombreux et plus discrets que les femelles.
- Certain individus femelles d'*Euchorthippus* ne sont pas identifiables avec certitude et ne peuvent être rattachés à l'une des deux espèces possibles lorsqu'elles sont en mélange. Chez ces deux espèces, les mâles ne sont pas identifiables à l'ouïe. Le décalage phénologique entre ces deux espèces sur une même station peut conduire à un différentiel de leur sex-ratio. Cela empêche de reporter le ratio obtenu à partir des individus mâles identifiés sur le décompte des individus femelles non identifiés.

Champs obligatoires

Nom de la station :

N° Session :

Date :/...../.....

Lieu-

dit :

Commune :

Nom de/des observateur(s)

Nom de/des détermineurs

Météo

Température/Ensoleillement/vent

Heure du début de session

Heure de fin de session

Informations supplémentaires (non demandées par le protocole)

Pastoralisme (passage du troupeau...)

Description de la strate herbacée :

haute, rase, sol à nu

graminée dominante, non dominante ?

Atteintes sur l'habitat (surfréquentation humaine, surpâturage, incendies, dépôt d'ordures...)

Relevé :

Taxon, genre, famille	Nombre de larves	Nombre d'adultes
<i>Euchorthippus sp</i>		
<i>Tettigoninae</i>		
<i>Aiolopus strepens</i>		
<i>Oedipoda caerulescens</i>		
<i>Calliptamus italicus</i>		
<i>Tesselana tessellata</i>		
<i>Depressotetrix depressa</i>		
<i>Gryllus campestris</i>		
<i>Chorthippus BBM</i>		
.....		



Rédaction :

Mathilde Dusacq (CEN PACA)

Avec des contributions et relecture de :

Lionel Quelin (CEN PACA), Laura Granato (CEN PACA),
Stéphane Bence (CEN PACA), Sonia Richaud (CEN PACA)

