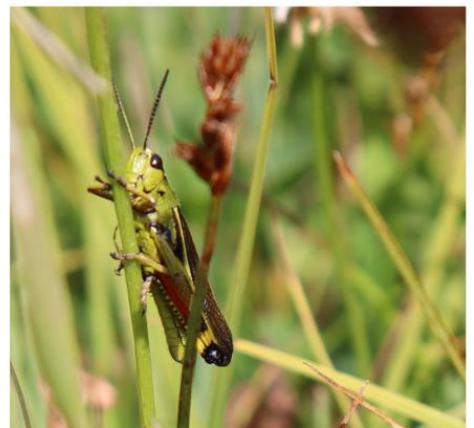


Diagnostic écologique du secteur pastoral de la Réserve Naturelle Régionale des Partias (05) à partir d'une approche comparative entre trois taxa bio-indicateurs : Diptera Syrphidae, Lepidoptera : Papilionoidea / Hesperiiidae et Orthoptera : Ensifera/Caelifera

Maxime Juignet
max.juignet01@gmail.com

Structure d'accueil : Ligue pour la Protection des Oiseaux de Provence-Alpes-Côte-d'Azur



Tutrice de stage : Cécile Lemarchand

Master 2 - Biodiversité, écologie, évolution - Parcours Gestion de la Biodiversité

Soutenu le 16/09/2021



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
Provence-Alpes-Côte d'Azur



Photographies du document

Maxime JUIGNET, sauf mention contraire

Page de garde

Première de couverture : Lac de Partias

Médillons : *Baccha elongata* / *Stethophyma grossum* / *Volucella bombylans*

Autres photographies

Page avant l'introduction : Col de la Trancolette, une des entrées de la Réserve des Partias

Page avant la liste des Annexes : Panorama depuis le col de serre chevalier sur la Réserve des Partias

Table des matières

Cahier des charges de la mission professionnelle 2020-2021	
Remerciements.....	
I. Introduction	1
II. Matériels et méthodes	4
1. Présentation du site d'étude.....	4
1.1. La Réserve Naturelle Régionale des Partias.....	4
1.2. L'Alpage des Combes dans la Réserve Naturelle	5
2. Choix et intérêts des taxa bio-indicateurs	5
2.1. Les Diptères Syrphidae comme bio-indicateurs	5
2.2. Lépidoptères «Rhopalocères» comme bio-indicateurs.....	6
2.3. Les Orthoptères comme bio-indicateurs.....	6
3. Méthodes et effort de collecte	6
4. Tri et détermination	13
5. Outils analytiques mobilisés.....	13
III. Résultats et discussion.....	15
1. Résultats généraux	15
a. Diptères syrphidés.....	15
b. Lépidoptères «Rhopalocères».....	15
c. Orthoptères Ensifères et Caelifères.....	16
2. Interprétation des groupes échantillonnés	16
PARTIE 1 : Résultats à partir de l'interprétation des Diptères Syrphidae	16
1. Espace non pâturé.....	16
2. Espace pâturé.....	18
3. Conclusion de l'analyse sur les Diptères Syrphidae.	20
4. Analyses des habitats non cibles	21
PARTIE 2 : Résultats à partir de l'étude des Lépidoptères «Rhopalocères»	21
PARTIE 3 : Résultats à partir de l'étude des Orthoptères.....	23
IV. Constats et limites	26
V. Préconisations de gestion	29
VI. Commentaires personnels	30
Références bibliographiques	

Table des figures

Figure 1 - Limites de la RNR des Partias et positionnement géographique.....	4
Figure 2 - <i>Episyrphus balteatus</i> (mâle)	5
Figure 3 - Principe du modèle « Syrph the Net »	8
Figure 4 - Situation des TM 07 et 08.....	9
Figure 5 - Situation des TM 09 et 10.....	9
Figure 6 - Exemple de dégâts occasionnés par le troupeau sur le secteur pâturé	9
Figure 7 – Placette d'échantillonnage des Orthoptères	12
Figure 8 - Abondance totale des insectes et abondance des syrphes par récolte par paire de tentes Malaise et par relevé	15
Figure 9 - Intégrité écologique globale de la zone non pâturée	16
Figure 10 - Intégrité écologique des quatre habitats cibles de la zone pâturée	16
Figure 11 - Intégrité écologique globale de la zone pâturée	18
Figure 12 - Intégrité écologique des deux habitats cibles de la zone pâturée.....	18
Figure 14 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des syrphes.....	20
Figure 13 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Syrphidae	20
Figure 15 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Lépidoptères «Rhopalocères».....	22
Figure 16 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des Lépidoptères «Rhopalocères».....	22
Figure 18 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Orthoptères.....	24
Figure 17 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des Orthoptères	24
Figure 19 - Fréquence d'occurrence des espèces d'Orthoptère sur l'ensemble de la Réserve	25

Table des tableaux

Tableau 1 - Liste des habitats "Syrph the Net" cibles et non-cibles	11
---	----

Liste des acronymes utilisés

- ACP : Analyse de composante principale
- CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels
- CERPAM : Centre d'Etudes et de Réalisation Pastorales Alpes-Méditerranée
- GIS : Groupe Inter-Réseaux Syrphes
- IE : Intégrité écologique
- ILA : Indice Linéaire d'Abondance
- INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et de l'Environnement
- JBP : Journées-Brebis-Pâturage
- LPO PACA : Ligue pour la Protection des Oiseaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur
- RNN : Réserve Naturelle Nationale
- RNR : Réserve Naturelle Régionale
- Sp. : Espèce
- StN : Syph the Net
- TM : Tente Malaise



MASTER 2 GESTION DE LA BIODIVERSITE

Cahier des charges de la mission
professionnelle 2020-2021

Faculté
des Sciences
et d'Ingénierie

Ce cahier des charges doit IMPERATIVEMENT être mentionné dans votre convention comme une annexe. Il est à agraffer à la convention de stage et doit être signé par les 3 parties.

Attention : penser à supprimer les parties en rouge ci-dessous, données à titre d'exemple !

Nom du stagiaire : Juignet

Prénom du stagiaire : Maxime

Mèl du stagiaire : max.juignet01@gmail.com

N° portable du stagiaire :0636926923

Intitulé du stage : Etude des taxons bio-indicateurs de la qualité écologique des milieux des Réserves naturelles régionales des Partias (05) et des gorges de Daluis (06) : introduction aux Syrphidae et au concept de bio-indicateurs, mise en œuvre de la méthode "Syrph the Net" pour diagnostiquer l'état de conservation d'un habitat naturel sur un espace naturel protégé.

Adresse postale de la structure d'accueil : LPO PACA – Villa Saint Jules – 6 avenue Jean Jaurès – 83400 Hyères

**Nom du maître de stage : Lemarchand
Cécile**

Prénom du maître de stage :

Qualité du maître de stage (directeur d'agence, chargé de mission, de projet, d'études, autre ?) :
Conservatrice RNR des gorges de Daluis

**Mèl du maître de stage: cecile.lemarchand@lpo.fr
72 56 74**

N° téléphone du maître de stage : 06 15

Dates de début et de fin du stage : 01/03/2021 - 31/08/2021

Problématique et objectifs principaux du stage :

Le stage sera réalisé au sein de deux Réserves naturelles régionales gérées par la LPO PACA : la RNR des Partias (05) et la RNR des gorges de Daluis (06). Le gestionnaire souhaite mener une étude permettant d'évaluer la qualité des milieux de ces deux RNR et, particulièrement, d'évaluer l'état écologique des milieux pastoraux à travers certains taxons bio-indicateurs. Cet inventaire consistera à échantillonner, entre autres, le groupe des Syrphidae à l'aide d'un type de piège à interception (tente Malaise) complété de chasses à vue. L'objectif de ce stage est de mettre en place le protocole, de récolter et trier les échantillons, d'effectuer le travail d'identification, d'analyse et d'interprétation sur les résultats obtenus concernant les diptères syrphidés et autres taxons relevés. Les syrphes sont des Diptères se nourrissant de pollen ou de nectar avec des écologies larvaires très diversifiées et spécialisées. Les connaissances écologiques de ce groupe sont synthétisées à travers la méthode : Syrph the Net (StN). StN est utilisée pour alimenter un modèle mécaniste où une liste d'espèces prédites par un modèle est confrontée à une liste d'espèces observées. A partir des habitats d'un site, la liste des espèces potentiellement présentes peut être établie. Cette liste prédictive est comparée à la liste des espèces inventoriées dans ces habitats. En fonction des traits

de vie des espèces présentes ou absentes et des caractéristiques de l'habitat étudié, il est alors possible d'analyser et d'interpréter si l'habitat possède des fonctions écologiques intègres ou altérées, donc d'évaluer son état de conservation et de pouvoir proposer des mesures de gestion adaptées. En complément, les autres groupes échantillonnés permettront une analyse fine des conditions pastorales et d'évaluer l'intensité des pressions que cette activité fait peser sur les écosystèmes des RNR.

Missions précises :

- Connaissance du protocole « Syrph the net », bibliographie, contact spécialistes et RNF
- Mise en œuvre du protocole de piégeage et caractérisation des habitats échantillonnés
- Relevé bimensuel des flacons
- Tri des relevés de tentes Malaise
- Détermination des syrphes et des autres groupes intéressants échantillonnés
- Saisie des données dans les bases de données
- Analyse des peuplements de syrphes suivant la méthodologie « Syrph the Net »
- Inventaires et suivis annexes de l'entomofaune sur d'autres sites en gestion de la structure.
- Prévoir sur le territoire de chacune des réserves une soirée/après-midi de présentation de l'étude aux habitants/éleveurs.
- Valorisation scientifique des résultats acquis (*a minima* en préparer les supports). Viser par exemple une publication entomologique classique dans le bulletin de la Société Entomologique de France, une publication de vulgarisation dans la revue *Insectes* de l'OPIE, une publication technique dans une revue à destination des gestionnaires d'espaces naturels.

Calendrier du déroulement du stage :

Mars : découverte des 2 RNR, recherches bibliographiques, mise en place du plan d'échantillonnage

Avril-mai : mise en œuvre de l'étude de terrain à Daluis et déterminations

Juin-juillet : mise en œuvre de l'étude de terrain aux Partias et déterminations

Août : poursuite des déterminations, analyse des données et rédaction du rapport

Délivrables à fournir à la structure :

Rapport de stage et éventuellement rapports simplifiés des études respectives de chaque RNR. Données saisies dans la base Syrph the Net (StN) et www.faune-paca.org.

Compétences requises :

Méthode d'identification entomologique, autonomie dans la mise en œuvre d'un protocole et l'analyse des résultats, minutie

Travail avec une/des espèces protégées ou en espace protégé :

La structure d'accueil dispose-t-elle des autorisations administratives nécessaires à la bonne réalisation du travail envisagé (notamment pour la capture temporaire/la détention/le transport/l'équipement d'espèces protégées, la récolte d'échantillons/de données en parc national...)? OUI, en cours de demande à la Région, pré-accord oral

Conditions de travail particulières (rayer les mentions inutiles) :

Travail en situation de travailleur isolé : NON

Travail de nuit : NON

Travail éloigné du lieu de rattachement (>2h de route) : NON (le stage ne sera pas mené depuis le siège de la structure (Hyères), mais depuis les antennes de Puget-Théniers (06, à 50min de la RNR Daluis) et de Briançon (05, à 30min de la RNR Partias).

Travail à proximité directe de milieux aquatiques : NON

Travail en milieux de montagne : OUI (moyenne montagne)

Travail en zone et période de chasse : NON

Travail en milieux méditerranéen soumis à un risque incendie estival : OUI (Daluis)

Travail dans la zone d'influence d'un barrage hydro-électrique : NON

Travail sur terrain militaire : NON

Travail en carrière, en chantier : NON

Travail en lien avec des opérations de pêche électrique : NON

Travail à l'étranger : NON

Travail en forêt tropicale : NON

Travail sous-terrain : NON

Travail à bord d'une embarcation : NON

Travail sub-aquatique : NON

Travail avec une/des espèces dangereuses : NON

Autres conditions particulières :

Evaluation et prévention des risques : Pour chacune des conditions particulières listées ci-dessus ou tout autre condition qui pourrait être juridiquement interprétée comme « une situation dangereuse » interdite dans le cadre de la convention de stage, décrivez précisément les protocoles mis en place et informations/formations dispensées propres à réduire le risque encouru de manière que les conditions de travail **ne puissent plus** être considérées comme « dangereuses »

Travail en milieux de montagne : sorties de terrain en binôme sur les deux Réserves, mise à disposition d'une radio pour contacter les secours en montagne sur la RNR Partias peu couverte par le réseau téléphonique. Le stagiaire doit prévenir lorsqu'il part sur le terrain et lorsqu'il est rentré.

Travail en milieu méditerranéen : Pour la RNR Daluis, le stagiaire et son accompagnant devront se renseigner sur les conditions météorologiques et les informations risque incendie mis à jour sur le site du Département avant de se rendre sur le terrain) pour éviter les jours à risque et ne se rendre que sur des secteurs d'accès aisé, avec une couverture téléphonique.

Conditions matérielles :

Mise à disposition d'un bureau, d'un ordinateur si besoin, d'un véhicule de service, du matériel requis (Gps, matériel de récolte d'échantillons, loupe binoculaire, etc.).

Avantages en nature :

Hébergement au bureau à Puget-Théniers (06), pas à Briançon (logement occasionnel possible au bureau, ou cabane pastorale inoccupée aux Partias).

Remerciements

En premier lieu, je tiens grandement à remercier Vanessa Fine, ex-conservatrice de le RNR des Partias, qui m'a fait confiance pour mener à bien cette étude.

Dans un deuxième temps, et non des moindres, je remercie Cécile Lemarchand, conservatrice de la RNR des Gorges de Daluis, pour son écoute, sa disponibilité, sa bonne humeur, sa bienveillance, sa confiance, ses connaissances et, enfin, pour m'avoir hébergé pendant trois mois (ce local fait partie de moi maintenant !). Merci Cécile.

Pour ces troisièmes remerciements, un grand nombre de personnes doivent être remerciées, sans qui cette étude n'aurait jamais pu se conduire. Toutes ces personnes, avec leurs petites mains, qui m'ont tant été utiles pour trier les quantités pharaoniques d'insectes : Fanny, Naomi, Anaïs, Pierre (Cette équipe !), Baptiste, Léo et les autres bénévoles. Merci à vous.

Un grand merci, qui ne sera jamais à la mesure de tout son travail, pour Elisa, volontaire en service civique sur la RNR des gorges de Daluis, pour ton immense aide, afin de parfaire et réussir cette étude. Merci beaucoup.

Mes remerciements s'adressent également à Aymeric Saulnier, garde/animateur de la RNR des gorges de Daluis, pour son accueil, sa bonne humeur, ses connaissances en géologie et son aide pour la récolte !

Ces remerciements sont pour tous ces experts, qui m'ont toujours répondu favorablement, à la fois pour m'aider dans mes identifications, et pour valoriser la collection des Réserves. Merci à vous tous.

Merci à Martin Speight, qui a œuvré toute sa vie pour offrir un protocole répondant aux enjeux des espaces naturels protégés, accessible et précis.

Ces remerciements sont pour le Groupe Inter-réseaux Syrphes, qui permet de développer la méthode « Syrph the Net » dans les espaces naturels en France. Merci à toutes ces personnes dévouées, disponibles, pour vos conseils et pour votre aide à tous les gestionnaires dans la mise en œuvre de ce genre d'étude.

Un dernier merci, pour la Ligue de Protection des oiseaux, à toute cette équipe passionnée et passionnante, et particulièrement à Amine et Magali, pour avoir permis de développer cette étude au sein de ces deux Réserves Naturelles.



I. Introduction

Dans les Alpes, le pastoralisme est pratiqué depuis au moins 6000 ans (Lichtenberger, 1994). Cette activité a construit des socio-écosystèmes caractérisés par un équilibre entre humains, biotopes et biocénoses (Marston, 2008). Ces socio-écosystèmes soumis, entre autres, au changement climatique, à l'intensification du tourisme et des pratiques agricoles, ont façonné les paysages de montagne connus aujourd'hui et ont modifié leur fonctionnement (Quétier, 2006 ; Schermer et *al.*, 2016). Cela a particulièrement été le cas pour les estives, établies à partir d'un défrichement des forêts afin d'étendre et intensifier les surfaces agricoles (Bätzing et Rougier 2005). Ces paysages de montagne sont donc le fruit d'une relation étroite entre les sociétés et leur environnement, réfléchis selon un système agropastoral traditionnel, permettant l'établissement d'une structure et une dynamique végétale propre aux terrains de montagne avec le développement d'une biodiversité adaptée à ce contexte.

Ces habitats semi-naturels, prennent une place prépondérante dans la superficie agricole utile aux exploitations des Alpes françaises et sont, en outre, des espaces qui jouent un rôle significatif au niveau de la régulation environnementale (i.e. stockage de carbone, pollinisation, contrôle de l'érosion), qui sont riches en biodiversité et qui font également l'objet d'usages culturels et récréatifs (Agreste, 2016). Néanmoins, les services écosystémiques rendus par les prairies d'altitude sont menacés par le changement des pratiques d'exploitation des alpages, qui a profondément évolué depuis le 19^{ème} siècle. En effet, les zones agropastorales d'altitude, où l'exploitation a été considérée comme peu productive, ont été abandonnées au profit des zones de moyenne et basse altitude. (Jussiau et *al.*, 1999). L'extensification de l'agriculture est un fait couramment observé dans les Alpes du sud (Rutherford et *al.*, 2008 ; Zimmermann et *al.*, 2010). Au cours des dernières décennies, d'importantes surfaces de prairies peu productives y ont été progressivement abandonnées. Les surfaces délaissées correspondent généralement aux pentes fortes et autres parcelles difficiles d'accès, souvent à l'étage subalpin et aux altitudes plus hautes, leur gestion étant associée à des coûts élevés (MacDonald et *al.*, 2000; Rutherford et *al.*, 2008). De fait, les systèmes d'exploitation de la montagne se sont simplifiés, pour se concentrer sur les surfaces les plus faciles à gérer.

Ces modifications du mode de conduite et de son rôle dans l'exploitation agricole, se traduisent par des changements de pratiques et de charge animale qui ont eu pour conséquence de modifier largement les relations entre végétations et troupeaux ainsi que de l'état de santé des milieux naturels. En l'occurrence, ces changements se sont manifestés par une modification profonde des successions écologiques, entraînant la disparition des prairies alpines en faveur d'espaces forestiers, suite au sous-pâturage. Au contraire, en basse altitude, des effets fortement néfastes sur les pâtures ont été déplorés, suite à un surpâturage (Dorioz, 1998).

D'un point de vue écologique, les processus liés au pâturage, sont généralement classés en deux types de pressions : le modéré (i.e. élevage suivant des pratiques pastorales en adéquation avec l'environnement) et l'intensif (i.e. excès de pression pastorale sur l'environnement) (Fleurance et *al.*, 2011). Ces deux modes sont à l'origine de conséquences à la fois positives et négatives (Bassignana et *al.*, 2007). Dans le premier cas, un pâturage avec un système extensif, infère une hétérogénéité de structure favorable à la diversité biologique sur un couvert végétal. L'ouverture du milieu par les troupeaux et le piétinement offre des conditions écologiques variées et permette une coexistence d'espèces végétales plus importante. Il en résulte une large gamme d'habitats qui facilite la coexistence d'espèces adaptées à des niches écologiques différentes et favorise la diversité végétale et

animale car l'hétérogénéité générée est considérée comme apportant une plus grande richesse spécifique sur des communautés animales (Carrière, 2007 ; Marion, 2010 ; Fleurance et *al.*, 2011).

En revanche, dans le second cas, un pâturage intensif, aura des effets négatifs (Fleurance et *al.*, 2011 ; Simberloff, 1998). Ceux-ci peuvent être explicités en deux catégories : ceux qui jouent un effet direct et ceux qui ont un effet indirect, souvent, différé (Fleurance et *al.*, 2011). Les effets directs agissent sur les plantes et sont liés au prélèvement sélectif et au piétinement par les bêtes, entraînant une diminution de la biomasse des parties aériennes et racinaires des végétaux. Ces effets peuvent également agir sur la floraison, le nombre et la taille des graines, en fonction des parties de la plante qui sont consommées. Le piétinement, quant à lui, endommage les tissus végétaux, provoquant souvent la mort de la plante. Les effets indirects sont liés aux apports de nutriments provenant des déjections. Ces derniers, modifient la production primaire et accélèrent notamment le cycle de l'azote. A partir de là, il est observé un bouleversement de la composition floristique autour des urines et excréments et, à plus large échelle, à la parcelle entière. Ce bouleversement induit la dominance de quelques espèces tolérantes à un pâturage répété puis l'élimination des espèces sensibles au piétinement, ou ayant une faible capacité de régénération. Le tout, agissant négativement sur la diversité floristique et, par conséquent, faunistique (Öckinger et *al.*, 2006 ; Ester et *al.*, 2006 ; Loiseau et *al.*, 2002 ; Crawley, 1997). En effet, ces perturbations affectent le fonctionnement écologique des prairies par des mécanismes de rétroaction mettant en œuvre les traits fonctionnels des communautés, qui agissent sur leur capacité à résister aux pressions occasionnées (Bardgett et Wardle, 2010 ; Bardgett, 2017). De plus, l'évolution de ces pratiques agro-pastorales agit sur les services écosystémiques, en provoquant non seulement des changements dans la fertilité des sols (i.e. modifications des propriétés physiques, de l'approvisionnement en eau et du recyclage de la matière organique et des nutriments ; Turbé et *al.*, 2010), mais aussi dans le stockage de carbone (Tappeiner et *al.*, 2008), la stabilité du sol (Tasser et *al.*, 2003) et la régulation de la qualité de l'eau (Hunsaker et Levine, 1995).

En outre, il serait évident que les impacts écologiques engendrés aient des incidences socio-économiques subsidiaires. Dans ce sens, il a été montré que les effets du changement d'utilisation des alpages en France ont particulièrement modifié la valeur esthétique des paysages (Selmi, 2007), la qualité des produits et la perception des usagers de la montagne (Collin, 2006).

D'autre part, il existe une complémentarité liée à la protection contre certains risques naturels qui, de par l'action des animaux, contribue à diminuer la fréquence et l'intensité de certains aléas de montagne (i.e. avalanche, glissement de terrains, etc.).

Par conséquent, ces espaces présentent de nombreux intérêts avec des acteurs et des usages multiples. Ainsi, les agriculteurs ne sont pas les seuls concernés dans la gestion des écosystèmes agro-pastoraux (Höchtel et *al.*, 2005).

Suite à ces différents constats, des interrogations émergent quant aux capacités des territoires de montagne à répondre à la fois aux fonctions agronomiques, environnementales et sociétales. Des questionnements relatifs à l'impact du pâturage sur la dynamique des couverts végétaux, de la faune et des enjeux socio-économiques voient le jour, s'inscrivant, notamment, dans les réflexions portant sur le développement de systèmes d'élevage à « haute valeur environnementale » (i.e. dans les espaces protégés). Du fait de leur richesse écologique remarquable et de leur complexité, les espaces pâturés d'altitude doivent être réfléchis à travers une gestion raisonnée et la mise au point de systèmes pastoraux durables, afin d'assurer une viabilité économique et la reproductibilité du milieu. Dans le cas contraire, les paysages et la biodiversité qu'ils abritent sont voués à disparaître. L'exploitation alpestre doit donc être finement évaluée afin d'établir un diagnostic écologique

des agro-systèmes d'altitude qui permettra de concilier préservation de la biodiversité et activité pastorale.

Dans ce sens, la Réserve Naturelle Régionale (RNR) des Partias est un espace protégé situé au sein de l'Alpage des Combes. La RNR est particulièrement soucieuse de la conservation de ses milieux pastoraux et des espèces qui y sont associées. En effet, un large cortège d'espèces est inféodé aux milieux agro-pastoraux traditionnels de montagne (LPO PACA, 2021). Les enjeux de gestion et de conservation de ces écosystèmes sont donc primordiaux.

Toutefois, la caractérisation des habitats de la Réserve (Abdulhak et *al.*, 2013 ; Billant et Wirtiez, 2018) a démontré l'existence de zones fortement pâturées. Pourtant, le diagnostic pastoral réalisé par le Centre d'Etudes et de Réalisation Pastorales Alpes-Méditerranée (CERPAM, 2013), a montré une adéquation entre la ressource et la charge pastorale dans l'alpage, précisant même que secteur utilisé par les bovins apparaissait sous-pâturé. Par conséquent, les gestionnaires ont décidé de se doter d'outils leur permettant d'acquérir de nouvelles données précises sur la pression du pâturage exercée dans la Réserve, afin de mieux cerner la gestion future de ces milieux et d'aboutir à un plan de pâturage ajusté localement. Il a donc été décidé d'évaluer l'intégrité écologique (i.e. degré de conservation d'un milieu naturel) des habitats agro-pastoraux à partir d'indicateurs biologiques.

Plus précisément, certains groupes d'insectes réagissent rapidement aux différences de structure de végétation générées par le chargement pastoral (Lumaret, 2010), puisqu'ils sont liés à la diminution de l'abondance des plantes à fleurs (Öckinger et *al.*, 2006), à la diminution de la quantité de litière et à la hauteur du couvert végétal (Wallis de Vries et *al.*, 2007). Par exemple, le nombre d'individus et d'espèces d'Orthoptères et de Lépidoptères augmente avec un allègement du chargement et suit, souvent, une dynamique parallèle à celle des plantes à fleurs (Dumont et *al.*, 2009). Quelques groupes d'insectes sont considérés comme bio-indicateurs et permettent d'évaluer l'état de conservation des milieux non forestiers d'altitude (Sartorello et *al.*, 2020 ; Speight, 1986). C'est singulièrement le cas des syrphes (Diptera Syrphidae), des papillons de jours (Lepidoptera : Papilionoidea et Hesperiiidae ; Rakotomalala, 2004) et des criquets/sauterelles (Orthoptera : Caelifera et Ensifera) (Dusoulier, 2003). Ces insectes qui occupent un large éventail de niches écologiques, ont des besoins trophiques et des capacités de dispersion différents. Il est donc supposé qu'une réponse de ces groupes entrerait en relation avec structure de la végétation (Burgio et *al.*, 2003) et permettrait de mettre en évidence la pression de pâturage exercée sur le site.

Pour toutes ces raisons, les gestionnaires de la Réserve ont désiré mener cette étude, à partir des groupes bio-indicateurs pré-cités, afin d'établir le diagnostic écologique de ces milieux, difficilement interprétables à partir d'un seul indicateur (Speight et Castella, 2005). Cette étude a donc pour objectif de suivre la réponse des communautés de syrphes, des «Rhopalocères» et des Orthoptères face à la présence d'une activité agro-pastorale pour évaluer, localement, les effets du pastoralisme sur l'état de conservation des habitats agro-pastoraux de la Réserve naturelle à partir d'une analyse comparative de plusieurs taxa bio-indicateurs.

Elle s'inscrit dans l'opération C du plan de gestion 2021/2030 « Maintenir en bon état de conservation les milieux agro-pastoraux » et se décline dans la programmation d'action C1 « Définir une stratégie pastorale dans le cadre du changement climatique et des enjeux écologiques ».

II. Matériels et méthodes

1. Présentation du site d'étude

1.1. La Réserve Naturelle Régionale des Partias

La Ligue pour la Protection des Oiseaux de Provence-Alpes-Côte D'azur (LPO PACA ; Annexe 1) et la commune de Puy-Saint-André, ont été désignés par la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, co-gestionnaires de la Réserve naturelle régionale des Partias en 2009. La RNR se situe sur la commune de Puy-Saint-André, dans le département des Hautes-Alpes (05), et s'étend sur 802 ha. C'est une Réserve purement montagnarde, localisée entre 1600 m et 2940 m d'altitude, qui est circonscrite dans l'Alpage des Combes. (Fig.1 et Annexe 3). Le site, soumis aux influences biogéographiques strictement alpines, connaît deux saisons très contrastées : un hiver long, humide et froid, avec un manteau neigeux pouvant atteindre 3 mètres d'épaisseur à 2000 mètres d'altitude, et un été court, sec et chaud (LPO PACA, 2021).

Les prairies sont donc soumises à de fortes amplitudes thermiques (-7°C de moyenne en février et +16°C en juillet). La région est également marquée par de faibles précipitations, la vallée étant protégée des précipitations par les massifs environnants, ce qui explique la pluviométrie annuelle moyenne relativement faible (environ 980 mm). Le site, par le fort gradient altitudinal, a une période de végétation très courte, qui commence dès la fonte des neiges, début mai, pour se terminer fin septembre. Ces facteurs abiotiques, couplés à l'activité pastorale du site ont façonné le paysage de la Réserve, laissant apparaître une large gamme d'habitats. Le versant nord accueille une forêt



de Mélèzes ainsi que quelques patches de Pin cembro (*Pinus cembra*). Le versant sud, plus diversifié, présente majoritairement des pelouses alpines, mélangées à de nombreux bas-marais et tourbières, le tout agrémenté de combes à neige, éboulis et lacs. Ces particularités font que la Réserve est marquée par la prédominance d'espèces montagnardes, adaptées aux conditions extrêmes de ces milieux, et inféodées aux habitats agro-pastoraux dont les espèces sont souvent patrimoniales.

1.2. L'Alpage des Combes dans la Réserve Naturelle

La structure de l'alpage est caractérisée par un grand vallon, située entre 1650 m à 2600m, pour une surface totale de 1186 ha. 800 hectares sont autorisés au pâturage pour un total de 30 secteurs de pâturage, regroupés en neuf quartiers distincts (Annexe 3). La RNR des Partias est située sur la partie ouest et sud de l'alpage et est pâturée à hauteur d'environ 70% de sa surface. Les plus anciens textes disponibles, signalent que la Réserve a toujours été un lieu dédié au pastoralisme, les traces les plus anciennes datant de 1311 (LPO PACA, 2021). Depuis les dix dernières années, l'alpage des Partias est utilisé de manière assez stable. Un troupeau de 1500 brebis de race « Mérinos », 40 chèvres ainsi que 71 vaches de race « Aubrac » y pâturent. Les vaches sont mises en estive dès la fin juin et remontent progressivement tout le vallon des Partias, pour arriver au col de la Pisse en Juillet (quartier de la Cabane de fer). A l'automne, ils redescendent sur les secteurs forestiers de la Réserve. Le troupeau d'ovins, quant à lui, pâture sur la Réserve uniquement en août, sur le quartier de la Cabane de fer.

La ressource pastorale de l'Alpage estimée correspond à 163 000 Journées-Brebis-Pâturages (jbp). Le secteur subalpin est celui qui présente la plus forte ressource pastorale (102 000 jbp). Ce secteur correspond aux quartiers des Partias, du Saouto et du bois en face des combes, représentant le secteur de pâturage le plus important dans la Réserve. Ce dernier est identifié comme étant celui qui accueille le plus souvent le troupeau de vache (63 jours), du fait de sa ressource et des équipements installés (abreuvoirs, cabane de berger et parc-abri). En effet, ces équipements favorisent la présence plus constante du troupeau (Jouglet, 1999). Le CERPAM (2013), indique que le niveau de prélèvement sur la ressource en herbe est fort, mais ne semble pas indiquer de surpâturage.

Pourtant les gestionnaires de la Réserve ont déjà œuvré afin de tempérer les effets d'un potentiel surpâturage. En effet, le Lac des Partias a été considéré comme évoluant vers une dynamique dystrophique (LPO PACA, 2021), ainsi il est protégé par une clôture électrique depuis 5 ans, afin de restaurer cet écosystème.

2. Choix et intérêts des taxa bio-indicateurs

2.1. Les Diptères Syrphidae comme bio-indicateurs

En France, les habitats, les micro-habitats et les traits de vie de plus de 95% des espèces de syrphes sont connus (Sarhou et Sarhou, 2010). Ces insectes, à l'état larvaire, occupent tous les compartiments des écosystèmes et se trouvent dans une large gamme de types d'habitats (Speight et al., 2020). De plus, les larves sont présentes sur les trois principaux modes trophiques : zoophage, microphage et phytophage (Castella et al., 2008). Les imagos se nourrissent, sauf exceptions, de pollen et de nectar sur les fleurs et sont majoritairement inféodés à un seul type d'habitat, ainsi sur les 540 espèces présentes en France,



Figure 2 - *Episyrphus balteatus* (mâle)

30% sont strictement forestières, 20% strictement de milieux ouverts (e.g. prairies, landes...) et 10% de milieux aquatiques, les autres sont des espèces pouvant être présentes dans plusieurs milieux différents (Speight, 2021). Ces spécificités permettent donc, à ce groupe d'insectes, de renseigner précisément l'état de conservation des habitats naturels. Spécifiquement, ils permettent, à partir de la mesure de leur abondance et en fonction de leurs spécificités écologiques d'avoir une lecture continue de l'état d'un écosystème, le long du continuum entre les deux états extrêmes (i.e. intégrité / dégradation) (Speight, 1986 ; Sarhou, 1996 ; Good et Speight, 1996 ; Sommaggio, 1999 ; Burgio et Sommaggio, 2007 ; Vanappelghem, 2011).

2.2. Lépidoptères «Rhopalocères» comme bio-indicateurs

Les «Rhopalocères» (i.e. Lépidoptères actifs en journées), en raison de leur facilité d'observation et de leur écologie spécifique, s'avèrent être de bons indicateurs de l'état de conservation des milieux ouverts (i.e. milieux non forestiers). La structure de la végétation (e.g. hauteur de végétation, recouvrement de la surface herbacée, la composition floristique, etc.), la sténocécie de certaines espèces ainsi que leurs plantes hôtes, sont un ensemble de facteurs qui rendent les «Rhopalocères» déterminants dans l'étude de la qualité écologique des milieux ouverts et donc, dans la possibilité d'établir une lecture croisée entre ce groupe et le pastoralisme (Gaston, 2000 ; Dusacq, 2019).

2.3. Les Orthoptères comme bio-indicateurs

Les Orthoptères sont facilement identifiables et ont des écologies caractéristiques. Leur étude est particulièrement intéressante pour évaluer l'intégrité écologique de milieux ouverts. En effet, les peuplements d'Orthoptères donnent des informations fines sur la structure de la végétation (e.g. densité et hauteur de la strate herbacée, sol tassé, sol nu, etc.) mais aussi des conditions abiotiques des habitats (températures moyennes, minimum et maximum, humidité, etc.). Ainsi, ce groupe permettrait de témoigner des dysfonctionnements engendrés par un surpâturage (Dusoulie, 2002, 2003 ; Barataud, 2005).

3. Méthodes et effort de collecte

L'approche ici s'oriente vers une démarche « écologique, comparative et confirmatoire » (Nageleisen et Bouget, 2009). Ainsi, l'objectif est de révéler un éventuel effet de l'activité pastorale sur les peuplements inventoriés. La stratégie retenue est celle d'un échantillonnage stratifié et standardisé sur les habitats « ouverts », jugés représentatifs d'une potentielle lecture de l'impact du pastoralisme.

Pour les trois groupes d'insectes inventoriés, des méthodes utilisant des techniques d'échantillonnage standardisées ont été appliquées :

- 1) Méthode « Syrph the Net » (Speight, 2021) par pièges tentes Malaise pour les syrphidés.
- 2) Méthode du CEN PACA (Dusacq, 2019) par inspection visuelle combinée à une prospection au filet manuel pour les «Rhopalocères » et les Orthoptères.

En complément, hors protocole, des techniques dites « actives de chasse à vue », qui font appel à la connaissance des comportements des insectes et à l'expérience du groupe étudié ont été mises en place. Elles ont permis de pallier au risque d'un éventuel échantillonnage trop faible, en réceptionnant les espèces qui peuvent échapper à ce type de piégeage (e.g. espèces volant en hauteur) et de récolter certains spécimens « rares » pouvant passer au travers de la standardisation.

Afin d'améliorer la liste des espèces de syrphes de la Réserve, l'Institut de Recherche public œuvrant pour un développement cohérent et durable de l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) d'Orléans, transmettra les spécimens récoltés dans leurs pièges polytrap (Brustel, 2012), utilisés dans le cadre d'une étude visant à détecter précocement l'apparition de coléoptères saproxyliques exotiques envahissants, pour laquelle la Réserve est un site d'expérimentation. Ces insectes ne seront pas comptabilisés dans l'analyse des résultats. En revanche, deux autres études, toujours menées par l'INRAE, réalisées sur les insectes coprophages et la faune du sol dont l'objectif est, également, d'identifier les

pressions de pâturage sur la Réserve seront, à terme, intégrées dans une analyse conjointe afin de rendre compte d'un diagnostic écologique précis.

3.1. Stratégie d'échantillonnage des Diptères Syrphidae

La stratégie établie a largement été appuyée par « le guide technique de mise en œuvre d'une étude « Syrph the Net », réalisée par Réserves Naturelles de France (RNF ; Vanappelghem et *al.*, 2020). Celle-ci a été validée par Hadrien Gens, attaché scientifique à la maison de la Réserve naturelle du Lac de Remoray et Cédric Vanappelghem, responsable mission scientifique au Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) des Hauts-de-France. Tous les deux sont également responsables de la mise en œuvre de ce protocole au sein de RNF.

3.1.1. La méthode Syrph the Net

Syrph the Net » (StN) est une méthode développée à partir des années 1990 par Martin C.D. Speight et Emmanuel Castella (Speight, 2017a, 2017b, 2021 ; Speight et Castella, 2020). C'est une méthode utilisant une base de données où sont encodées les associations des espèces avec les habitats, en fonction des préférences aux habitats larvaires :

- 0 = pas d'association
- 1 = association minimale (l'habitat est seulement utilisé de façon marginale par l'espèce)
- 2 = association moyenne (l'habitat fait partie de la gamme normale utilisée par l'espèce)
- 3 = association maximale (l'habitat est préférentiel pour l'espèce).

A partir des habitats présents sur le site, une liste des espèces européennes attendues peut donc être établie, avec deux types d'habitats à traiter conjointement dans l'analyse : les « habitats cibles » (i.e. les habitats que l'on désire échantillonner), qui peuvent être associés à des « habitats complémentaires » (i.e habitats correspondant à des macro-habitats pour syrphes). Une troisième catégorie existe, les habitats non-cibles, qui désigne les habitats à « surface restreinte ou peu caractéristiques pour lesquels aucune analyse écologique n'est fournie, mais dont la présence dans la zone d'échantillonnage peut expliquer certains spécimens récoltés ».

Cette première liste est ensuite filtrée en fonction des espèces régionales, appelée la « liste locale de référence ». Celle-ci, est filtrée à l'aide d'articles s'intéressant aux communautés des syrphes régionaux et de dires d'experts, ce qui permet d'éliminer les taxa ne se trouvant pas dans la région du site étudié. En l'occurrence, la liste locale de référence s'est inspirée de celle de StN et, sur le département des Hautes-Alpes (05) (Speight et *al.*, 2020), des études réalisées sur la Réserve Naturelle Nationale (RNN) de Ristolat Mont-Viso (Tissot et Speight, 2018) et de la forêt de Praroussin (Claude et Tissot, 2020), deux secteurs proches de la Réserve. Certaines espèces présentes dans les départements limitrophes (04, 26) et l'Italie (comté de Torino, données transmises par Daniele Sommaggio) ont été intégrées. La liste finale est composée de 257 espèces, elle est considérée comme robuste.

Une seconde liste est obtenue, la liste des espèces « observées », suite à la détermination des spécimens collectés par les dispositifs de piégeage.

En comparant la liste locale de référence des espèces prédites par habitat avec celle des espèces observées, trois listes d'espèces sont obtenues : Les espèces dites « au rendez-vous », exprimées en pourcentage des espèces prédites et qui indiquent l'intégrité écologique de l'habitat de la station étudiée selon les seuils définis en Figure 3. Le pourcentage des espèces au rendez-vous renseigne sur la qualité de la description des habitats ; les espèces dites « manquantes », sont celles qui renseignent le potentiel dysfonctionnement des macro-habitats cibles du site étudié. Ce sont les espèces qui sont étudiées en priorité puisque ce sont elles qui vont indiquer les manques au sein d'un habitat. Le but étant de rechercher et d'identifier les points communs entre ces espèces manquantes pour identifier le ou les processus d'altération des écosystèmes. Pour finir, une analyse de la part des espèces dites « inattendues » permet de comprendre l'influence du contexte local par l'éventuelle présence d'espèces issues des habitats environnants.

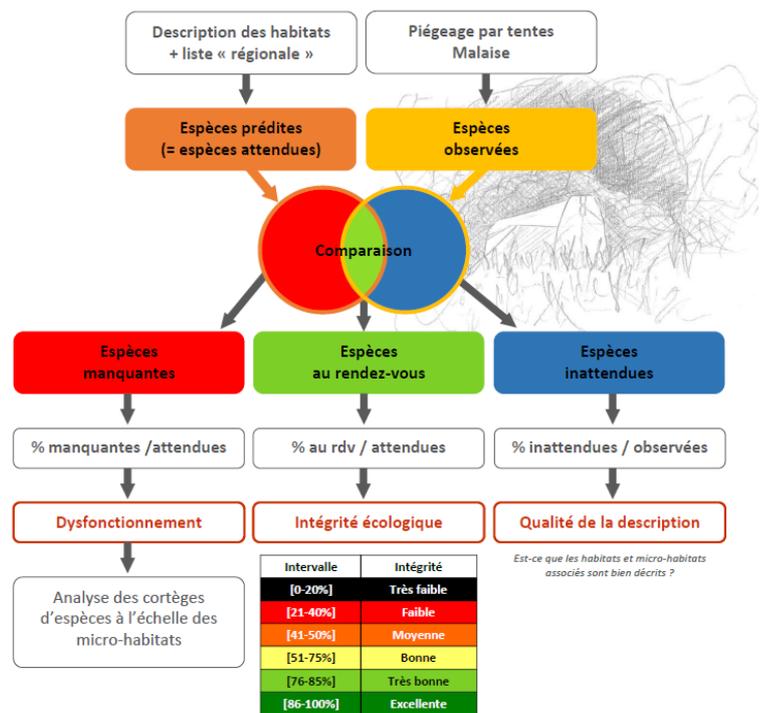


Figure 3 - Principe du modèle « Syrph the Net » (Sarhou et Sarhou, 2010)

La méthode intègre également une comparaison avec le peuplement syrphidologique d'autres sites localisés au sein du même contexte paysager, pour permettre de cerner l'originalité et la patrimonialité du site.

a) Tente Malaise

L'échantillonnage des Diptères Syrphidae a été réalisé à l'aide de tentes Malaise (Malaise, 1937). Cette méthode standardisée de piégeage est passive et non sélective (Fiers, 2004). Elle est particulièrement efficace dans l'interception des insectes volants, comme les imagos de syrphes. Les insectes rencontrent la toile centrale de la tente Malaise au cours de leur déplacement et vont se diriger naturellement vers le haut du piège où ils sont recueillis dans un bocal collecteur rempli d'alcool éthylique à 70° dénaturé. Les pots de récolte sont récupérés tous les 15 jours.

Les tentes fonctionnent par paire - pour des raisons statistiques et d'effort d'échantillonnage - et sont disposées le long des couloirs de vol des insectes (e.g. lisières forestières, cours d'eau, etc.), dans les habitats visés par la problématique. Les deux tentes doivent être disposées de manière à pouvoir échantillonner les mêmes habitats.

Ainsi, quatre tentes Malaise (TM) ont été placées le 04 Juin 2021. Elles resteront en place jusqu'en octobre de la même année. Les coordonnées GPS ont été prises pour chacune d'entre elles (Fig.4 et Annexe 4). Deux stations d'échantillonnage ont été choisies.

La première station correspond à une formation de pelouses d'altitude pâturées, où deux tentes ont été placées (TM 07 et 08 ; Fig. 4). La seconde station correspond à un faciès de pelouses d'altitude non pâturées (TM 09 et 10 ; Fig. 5).

Une affiche de sensibilisation a été installée sur les tentes pour informer les personnes susceptibles de voir ce dispositif scientifique et, ainsi, essayer de limiter sa dégradation (Annexe 2). La clôture électrique installée autour du Lac, a permis de protéger les TM 07 et 08 du troupeau de bovins.

b) *Situation des tentes Malaise installées en 2021*



Figure 4 - Situation des TM 07 et 08

**Témoin de l'activité pastorale
TM 07 (6.546022 ; 44.898687) et 08
(6.546862 ; 44.898495)
2100 mètres d'altitude**

Espace dominé par la présence du Lac des Partias. Les alentours du Lac sont principalement composés de pelouses alpines calcicoles, caractérisées par une formation herbacée importante constituée de *Seslerie caerulea*, *Carex sempervirens* et d'espèces thermophiles, comme *Helianthemum nummularium*. Les pourtours de ces deux pièges sont très fréquentés par le public et un troupeau de vaches pâture durant l'été, comme le montre la présence d'espèces nitrophiles (*Rumex alpina*, etc.), de sentes, de piétement et de bouses, preuve d'un secteur longuement pâturé (Fig. 6).



Figure 5 - Situation des TM 09 et 10

**Témoin de la zone non pâturée
TM 09 (6.560743 ; 44.891787) et 10
(6.561629 ; 44.891991)
2200 mètres d'altitude**

Ces deux tentes sont placées sur une prairie calcaire d'altitude, bien exposée, dans une configuration plus forestière. Le cortège floristique est le même que pour les TM 07 et 08, mais sans espèces nitrophiles. De plus, la présence du Mélézin - en reconquête post-pastorale -, de *Pinus cembra* et de quelques plantes forestières est à noter.



Figure 6 - Exemple de dégâts occasionnés par le troupeau sur le secteur pâturé

3.1.2. Description et définition des habitats

Afin de prédire les espèces attendues sur le site, il faut définir les habitats présents dans un rayon de 500 m autour des pièges (capacité d'action des pièges Malaise en milieux ouverts ; comm. perso. M. Speight), à partir des habitats que l'on désire échantillonner (i.e. habitats cibles et complémentaires). La méthode StN, permet une correspondance à la classification des habitats CORINE (Devilleers et *al.*, 1991), identifiés dans le plan de gestion de la Réserve (LPO PACA, 2021) avec la codification de la base StN (Speight et Castella, 2015). La méthode établit la correspondance entre les habitats d'espèces de syrphes et les habitats phytosociologiques identifiés lors des travaux de caractérisation des habitats de la RNR. Dix macro-habitats StN sont présents au sein des périmètres de l'étude, mais seuls cinq ont été considérés comme « macro-habitats cibles » (Tableau 1). Cinq habitats complémentaires, utiles à l'analyse, ont également été identifiés au sein du rayon des tentes Malaise. Une carte des habitats est proposée en Annexe 5.

Tableau 1 - Liste des habitats "Syrph the Net" cibles et non-cibles

Macro-habitats forestiers			
<i>Pinède montagnarde mature</i>	Code StN : 1752 Code Corine : 42.33	Non-cible	Non pâturé
<i>Feuillus épars en milieu ouvert</i>	Code StN : 190 Code Corine : 43	Non-cible	Non pâturé
Macro-habitats ouverts			
<i>Communauté d'herbes hautes Montagnarde/Subalpine</i>	Code StN : 212 Code Corine : 37.81	<u>Cible</u>	Non pâturé
<i>Prairie/Pelouse non améliorée subalpine/alpine</i>	Code StN : 2313 Code Corine : 36.431	<u>Cible</u>	Pâturé et non pâturé
<i>Prairie/pelouse non améliorée de montagne</i>	Code StN : 2312 Code Corine : 36.31	<u>Cible</u>	Non pâturé
<i>Prairie/pelouse non améliorée sèche calcaire</i>	Code StN : 231122 Code Corine : 34	<u>Cible</u>	Non pâturé
<i>Moraine et éboulis</i>	Code StN : 28 Code Corine : 61.33	Non-cible	Pâturé
<i>Prairie/Pelouse améliorée de montagne</i>	Code StN : 2322 Code Corine : 36.52	<u>Cible</u>	Pâturé

Les habitats complémentaires « Ruisseaux saisonniers en milieux ouverts » (Code StN : 7332o), « Affleurement rocheux en milieux ouverts » (Code StN : 750), « Mare et berges avec bouses de vaches en milieux ouverts » (Code StN : 71311o), « Banquette de Rumex alpinus » (Code StN : 78o) ont été associés à tous les habitats de la zone pâturée.

3.2. Stratégie d'échantillonnage des «Rhopalocères» et des Orthoptères

3.2.1. La méthode CEN PACA

La méthodologie développée par le CEN PACA (Dusacq, 2019), permet d'inventorier ces deux communautés d'insectes en lien avec les pressions du pâturage et le réchauffement climatique. Cette méthode est un outil pratique et opérationnel pour les gestionnaires qui souhaitent utiliser les papillons de jour et des Orthoptères comme bio-indicateurs. Cette méthode est fondée sur l'emploi de deux protocoles standardisés, recourant à une inspection visuelle, au filet manuel.

a) Le chronoventaire

Ce protocole national d'acquisition de données, permet d'échantillonner les «Rhopalocères» et les Zygènes et a été créé par Dupont (2014). 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, au niveau local, les communautés d'espèces observées au stade adulte.

La mise en pratique du protocole est simple, elle prévoit de définir des stations d'échantillonnage qui reflètent au mieux les milieux ouverts. Cela comprend aussi bien des parcelles de pelouses que des prairies ou des lisières forestières. Le milieu choisi doit posséder une structure végétale la plus homogène possible.

Un parcours progressif a été réalisé, en passant par tous les types d'habitats ouverts identifiés. Le passage a duré 20 minutes minimum, découpé en 4 périodes de 5 minutes. Les informations recueillies sont qualitatives (détermination des espèces) et semi-quantitatives (nombre d'individu par espèce). Toutes les espèces rencontrées au cours des cinq premières minutes et toutes les nouvelles ont été ajoutées en fonction des cinq minutes suivantes. Si aucune nouvelle espèce n'était rencontrée pendant 15 minutes, après la dernière période de cinq minutes, alors l'inventaire prenait fin.

b) L'indice Linéaire d'Abondance

L'Indice Linéaire d'Abondance (ILA), permet d'échantillonner les Orthoptères et est une méthode proposée par Voisin (1986), qui consiste à tracer deux lignes qui se croisent de 35 mètres chacune et forment la placette d'échantillonnage (Fig. 7). Les deux transects sont parcourus à un pas lent et toutes les espèces rencontrées ont été notées. En complément, afin d'être au plus proche du cortège d'espèces du site, il a été réalisée une détection à l'ouïe, d'une durée de 15 minutes. Le stade de développement (adulte ou larve) et le sexe ont été notés pour chaque individu comptabilisé dans le relevé.

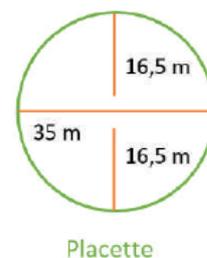


Figure 7 – Placette d'échantillonnage des Orthoptères (Source : Dusacq, 2019)

c) Conditions de réalisation des inventaires

Dans les deux protocoles, les relevés ont été réalisés une fois par mois : de juin à août, pour les «Rhopalocère», et de juillet à septembre, pour les Orthoptères, de manière à couvrir les périodes de présence d'un maximum d'espèces.

Dans le cas où la détermination devenait trop longue ou lorsque les individus étaient difficiles à identifier sur site (e.g. hybrides, vieux spécimens, sous-espèces), ils ont été photographiés avec des appareils photographiques numériques (Reflex EOS 850d ; sigma 17-70 f2,8-4 DC macro OS).

Les périodes de passage ont suivi des contraintes météorologiques, primordiales à l'étude de ces taxa (i.e. Température ambiante du milieu, couvert nuageux, vent ; Chinery et Cuisin, 1994 ; Demerges et Bachelard, 2002). Par conséquent, les relevés n'ont eu lieu qu'en cas de météo favorable à ces deux groupes (soleil, température minimale 14°C et vent à maximum 30km/H).

d) Situation des placettes d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé à proximité immédiate des TM. En effet, le but étant de mettre en parallèle les résultats obtenus à partir des trois groupes taxonomiques. La stratégie doit donc rester cohérente entre les deux méthodes mise en place. Six transects ont été placés sur les secteurs identifiés (Annexe 4).

Quatre premiers, nommés T1, T2, T3, T4, correspondant aux transects des «Rhopalocères» et quatre autres, nommés T5, T6, T7, T8, pour les Orthoptères. Tous les transects ont été disposés de façon à échantillonner l'ensemble des milieux « ouverts » favorables à la présence de ces deux communautés et reprennent les habitats définis par le protocole « Syrph the net » (cf.3.1.2), afin de rester en concordance.

4. Tri et détermination

Les individus appartenant à la famille des Syrphidae ont été extraits de chaque échantillon des pièges Malaise. Dans le but de valoriser l'ensemble des insectes qui ont été capturés, le reste a été trié groupes taxonomiques pour être envoyé à des spécialistes (Annexe 6). Le tri des tentes Malaise a été effectué à l'aide d'une équipe composée de : trois volontaires en service civique, deux stagiaires en GPN ainsi que des bénévoles et certains salariés de la LPO PACA. Tous ont suivi une initiation à la reconnaissance des principaux groupes à extraire, assurée en interne, par mes soins.

Les individus de syrphes ont principalement été déterminés par moi-même. Les principales clés utilisées pour la détermination des syrphes sont celles de Van Venn, 2004 ; Bartsch et al., 2009a, 2009b ; Speight, 2016 ; Speight et Sarthou, 2016. Pour les spécimens dont la détermination est délicate, l'avis de spécialistes plus expérimentés a été demandé : Christophe Lauriot, pour la majorité des sollicitations chez les Syrphes ; Gabriel Nevé pour certaines espèces difficiles ; Pierre Bonmarriage, pour certaines identifications sur photographie. Tous les échantillons ont été référencés à l'aide d'une étiquette unique, indiquant le nom du piège, la date de récolte, les coordonnées géographiques ainsi que le nom du déterminateur. Les échantillons sont conservés dans une solution à 70%. Certains individus ont été épinglés, dans le but d'établir une collection de référence pour la Réserve.

La détermination des espèces papillons diurnes, s'est appuyée sur le guide de référence : *Papillons de France* (Lafranchis, 2014 et 2021). Certains individus ont été confirmés directement par des salariés de la LPO PACA. Pour les espèces d'Orthoptères, le *Cahier d'identification des Orthoptères de France, Suisse Belgique et Luxembourg* (Sardet et al., 2015), a été utilisé. Sébastien Merle a également été sollicité pour aider à l'identification.

Tous les noms d'espèces employés dans cette étude suivent le référentiel taxonomique TAXREF (vTAXREF v14.0). Les données récoltées a été saisies sur la base de données de la LPO PACA (faune-paca.org ; portail visionature).

5. Outils analytiques mobilisés

Pour les syrphes, l'analyse StN repose sur un modèle prédictif en établissant une liste d'espèces prédites pour un habitat. Son interprétation, se base sur deux indicateurs :

- Le premier, représente l'intégrité écologique du milieu ou de l'habitat (IE), afin de renseigner sur l'état de conservation de l'habitat. Le principe est de comparer la situation observée à une situation idéale. Cela est obtenu de la façon suivante : Intégrité écologique (IE) = espèce (sp.) au rendez-vous / sp. prédites (en %). Cette note est tout d'abord calculée globalement sur le site, puis pour chaque habitat. Ces valeurs pourront mettre en évidence des défaillances et les points forts du site global et des habitats.
- Le deuxième indicateur est l'indice de qualité du modèle. Cet indice reflète la qualité du modèle de prédiction identifié comme suit : Qualité du modèle = sp. au rendez-vous / sp. observées (en %).

Cette qualité du modèle est calculée pour la globalité du site et permet d'évaluer la qualité de la description des habitats et habitats supplémentaires.

L'interprétation écologique est basée sur les traits de vie et les caractéristiques des macrohabitats larvaires. Cette interprétation est appuyée sur l'assemblage d'espèces manquantes, en correspondance avec la base de données StN. On exprime la valeur d'IE pour chaque trait de vie de ces espèces, ainsi que pour les caractéristiques des microhabitats larvaires. L'interprétation sur les traits de vie des espèces manquantes se réalise par habitat pour l'ensemble des habitats. Les traits ou caractéristiques présentant les intégrités les plus faibles seront ceux qui sont dégradés. Leur recoupement permet d'interpréter les dysfonctionnements des habitats ou, plus globalement, du site. Le traitement des résultats a été facilité par le logiciel développé par GéoEco : « Syrph the Net Interactive » (Version V2/2016).

L'interprétation du cortège d'espèces de «Rhopalocère» a été réalisée selon la sténoécie des espèces, d'après la base de données « Traits de vie » du muséum (Dupont, 2014). Les espèces contactés sont classées en quatre catégories : Rang 1 : Espèces généralistes dont les chenilles se développent dans de nombreux types d'habitats / Rang 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 / Rang 3 : Espèces spécialistes dont les chenilles se développent majoritairement dans l'habitat associé / Rang 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.

Pour les Orthoptères, l'interprétation a été réalisée grâce à l'ILA et est obtenue en fonction de l'abondance ainsi que de la fréquence des espèces. Il est considéré que les espèces les plus souvent rencontrées dans les relevés sont, en général, les plus abondantes (Jaulin et Baillet, 2007). La fréquence est calculée selon la formule suivante et est exprimée en pourcentage : $Fréquence = 100 \times (P/Q)$ où P est le nombre de stations étudiées où l'espèce a été observée) et Q est le nombre total de stations.

Pour évaluer l'effort d'échantillonnage mis en œuvre pendant l'étude, des courbes de raréfactions ont été calculées. Cela permet d'estimer l'effort supplémentaire nécessaire pour se rapprocher de l'exhaustivité. Afin de fournir le nombre attendu d'espèces en fonction du nombre d'individus. Ces courbes ont été calculées selon la formule de Hurlbert (1971). Les analyses de données ont été réalisées à l'aide de la fonction "vegan" (paquet R version 2.3, Oksanen, 2015). Le nombre total d'enregistrements par site pour les «Rhopalocères» et les Orthoptères, ainsi que le total des individus collectés par piège pour les syrphes ont été utilisés comme mesure de l'abondance dans chaque site.

Une analyse de composante principale (ACP) a été réalisée pour guider sur la dépendance des taxa d'insectes par rapport à certains paramètres de la végétation. Des tests de corrélation ont ensuite été effectués sur des variables environnementales. Ces variables environnementales étaient le nombre d'espèces végétales estimé (obtenu à partir des données issues des études sur la végétation ; Abdulhak et al., 2013 ; Billant et Wirtiez, 2018. Ainsi que de deux prospections complémentaires) ; la hauteur moyenne de végétation et le % moyen de fleurs fleuries ainsi que le nombre de bouses estimé au sein du secteur d'étude. Les variables de réponse de l'ACP étaient le nombre d'espèces estimé par raréfaction pour chaque groupe d'insectes ainsi que leur abondance. Seul le groupe des Orthoptères n'a pas

fait l'objet de la corrélation avec le % moyen de fleurs fleuries, variable jugée non pertinente pour établir un lien entre le pâturage et ce groupe d'insecte.

En complément, la mise en évidence des pressions de pâturage a également été vérifiée par un test du χ^2 avec correction de continuité entre le témoin de l'activité pastorale et le témoin sans activité pastorale pour tous les groupes. Des tests non paramétriques de Wilcoxon-Mann-Whitney ont également été effectués sur certaines modalités.

III. Résultats et discussion

L'étude étant encore en cours, cette partie ne comprend que les résultats disponibles en date du 09/08/2021. Il est également important de noter que ce genre d'étude nécessite un piégeage d'au moins deux ans pour espérer atteindre le maximum d'espèces afin d'être au plus proche de la réalité. Il ne sera donc présenté que les premières tendances observées ainsi que les premières conclusions écologiques supposées.

1. Résultats généraux

a. Diptères syrphidés

Les résultats globaux liés aux tentes Malaise montrent une différence significative (p -value : $< 2.2e-16$) dans l'abondance totale récoltée entre les pièges en zone pâturée et non pâturée (Fig.8). En effet, l'ensemble des relevés, excepté le premier, marque une différence de l'ordre des 1000 spécimens. La chute drastique dès le deuxième relevé pourrait s'expliquer par l'émergence relativement rapide et tôt de certaines familles de diptères en montagne (Dethier et al., 1984).

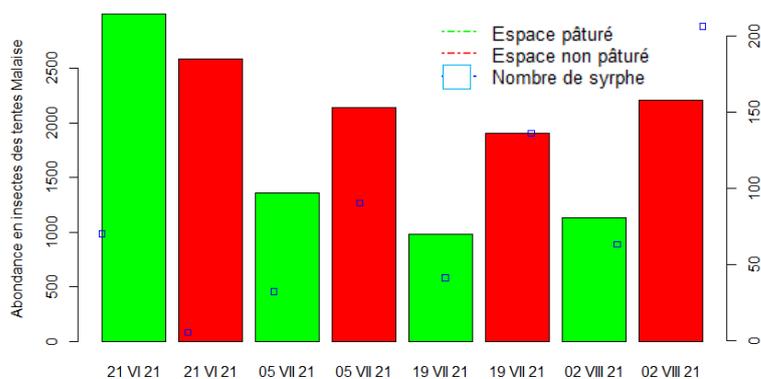


Figure 8 - Abondance totale des insectes et abondance des syrphes par récolte par paire de tentes Malaise et par relevé

Les vaches n'étant arrivées que début juillet, correspondant au troisième relevé, leur impact direct sur l'abondance ne pourrait pas être mise en cause. Toutefois, on observe une constance pour tout le reste des relevés, que ce soit pour la zone pâturée ou la zone non pâturée. Ces mêmes observations sont encore plus distinctives en ce qui concerne les syrphes. Une différence très importante sur l'ensemble des relevés est observée en faveur du témoin non pâturé, sauf pour le premier (Fig. 8). Les trois derniers relevés montrent que l'abondance en syrphes a été nettement moins importante sur la zone pâturée (respectivement : 32 et 90, 41 et 136, 63 et 206).

Après quatre relevés par tente Malaise, 643 syrphes ont été déterminés, représentant 128 espèces (Annexe 7). Cela représente 51% de la liste locale de référence et 21 % de la faune française. Vingt-cinq espèces sont nouvelles pour le département des Hautes-Alpes. Le département atteint donc maintenant les 252 espèces. Les espèces de neuf espèces sont en « diminution de leur effectif en France », sept sont « menacées » et une est même « très menacée » (Speight, 2021).

b. Lépidoptères «Rhopalocères»

Quatre-vingt-sept espèces de «Rhopalocères» et six espèces de zygènes ont été contactées, sur les trois passages préconisés par le protocole (Annexe 8).

110 espèces de «Rhopalocères» ont été recensées, en comprenant les contacts hors protocole. La totalité des espèces déjà recensées dans la Réserve a été retrouvée et quatre nouvelles espèces ont été ajoutées.

c. Orthoptères Ensifères et Caelifères

Ce groupe a fait l'objet de deux passages. Ceux-ci a permis d'identifier 27 espèces, dont trois nouvelles pour la Réserve (Annexe 9). Le troisième passage pourra potentiellement ajouter de nouvelles espèces, plus tardives.

2. Interprétation des groupes échantillonnés

PARTIE 1 : Résultats à partir de l'interprétation des Diptères Syrphidae

1. Espace non pâturé

A ce jour, parmi les quatre habitats cibles choisis au sein de l'espace non pâturé, 108 espèces sont observées (Annexe 7) sur 161 prédites, 70 sont au rendez-vous, 53 sont manquantes et 38 sont inattendues. Une intégrité globale de 43 %, indiquant un premier résultat faible (Fig. 9). Aucune conclusion définitive ne peut être émise à ce stade, ces chiffres étant voués à évoluer d'ici la fin de

l'étude. Toutefois, le taux d'espèces au rendez-vous est de 65%, ce qui traduit une assez bonne qualité de la description des habitats. Concernant les espèces inattendues, une bonne partie (33%) sont liées aux macro-habitats forestiers et proviennent de l'apparition d'arbres pionniers à proximité, en lien avec l'abandon de l'activité pastorale sur ce secteur. Treize espèces affectionnent les broussailles et fourrés, les autres espèces sont simplement liées aux effets de lisières, qui conduit les espèces jusque dans les tentes. Ici, la situation s'apparente à la lisière de mélézins, qui semble coloniser les abords des prairies et qui pourrait aboutir à une fermeture du milieu à terme.

Quinze espèces affectionnent les secteurs forestiers humides. Elles peuvent provenir de quelques torrents saisonniers bordés de feuillus et de quelques légères dépressions humides présentes autour du secteur.

Afin d'affiner le diagnostic, chaque habitat est analysé séparément. Cela permet de tenter d'expliquer l'absence de certaines espèces, et mettre en évidence d'éventuelles perturbations et/ou dysfonctionnements.

Intégrité écologique	
% rdv/prédites	43
% manq/prédites	33
Qualité du modèle	
% rdv/observées	65
% inattend/obs	35

Figure 9 - Intégrité écologique globale de la zone non pâturée

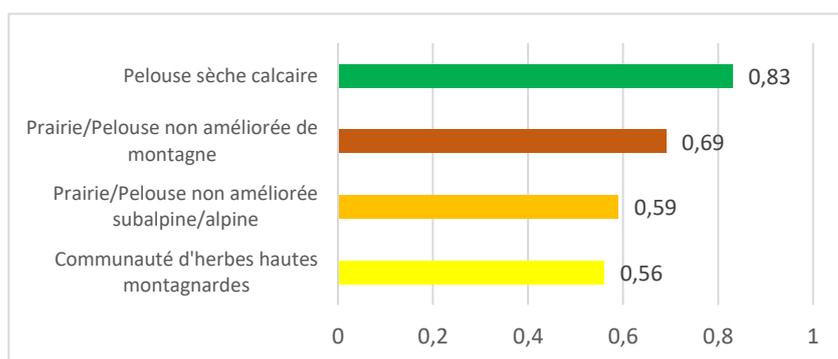


Figure 10 - Intégrité écologique des quatre habitats cibles de la zone pâturée

a) Prairies/Pelouses non améliorées montagnardes

Cet habitat s'apparente, selon la classification StN, aux prairies mésophiles à fourrage de montagne et riches en espèces de ces étages montagnards. Ces prairies sont dominées par des poacées et des espèces thermophiles, telles que : *Heracleum sphondylium*, *Viola cornuta*, *Astrantia major*, *Carum carvi*, etc.

L'intégrité écologique est, pour seulement 4 sessions de relevés, bonne (69% ; Fig.10). Cela représente 33 espèces au rendez-vous sur 48 espèces prédites et 15 espèces sont donc manquantes. Trois espèces spécifiquement adaptées à ce type d'habitat (*Cheilosia flavipes*, *Cheilosia gagatea*, *Platycheirus manicatus*) sont détectées. Toutes les espèces inventoriées vivent dans la strate herbacée et, à l'état larvaire, sont présentes dans les feuilles ou les tiges de poacées. Elles sont également, pour partie, inféodées aux plantes de la litière, localisées dans les zones racinaires ou dans la base des tiges. Ces espèces sont toutes phytophages, se nourrissant principalement dans les herbes hautes et ont largement besoin d'une source nectarifère pour se maintenir à l'état imaginal. Il est probable que certaines espèces manquantes seront trouvées d'ici les prochaines semaines, avec les derniers relevés.

b) Prairies/Pelouses non améliorées subalpines/alpines

Cet habitat ne se concentre que sur quelques tâches autour de la zone étudiée. Ces patches se trouvent principalement sur des zones en forte pente, bien exposées au vent et connaissent des conditions climatiques assez sévères. Ces espaces représentent une végétation plus rase que le reste du secteur, formant de petits gazons raides aux touffes serrées et dominées par des *Carex sp.*, accompagnées d'espèces arctico-alpines telles que *Dryas octopetala*, *Leontopodium nivale subps alpinum*.

Pour cet habitat également, l'intégrité écologique est relativement bonne au vu des quatre relevés effectués (59% ; Fig.10). 39 espèces sont au rendez-vous, sur les 66 prédites, 27 sont donc manquantes pour le moment. Cependant, la période de l'année ne semble pas être la raison de leur absence. Une grande partie de ces espèces volent exclusivement au sol, les pièges Malaise ont quelques fois été retrouvés détendus et ont laissé apparaître une ouverture à la base de ceux-ci, ce qui pourrait expliquer leur absence pour le moment. Sans pouvoir tirer de conclusions écologiques robustes à ce stade, un cortège de 17 espèces phytophages manque. Ces espèces sont dépendantes des plantes de la litière. Une faible diversité de ces plantes ainsi que la surface réduite de cet habitat sur le secteur étudié pourrait expliquer l'absence de ces espèces. Il est également probable que certaines soient détectées par la suite.

c) Pelouse sèche calcaire

Cet habitat n'était initialement pas prévu dans la première sélection des habitats, ne correspondant pas la végétation observée. Toutefois, Billant et Wirtiez (2018) avaient signalé potentiellement cet habitat dans le secteur étudié et qu'il serait intéressant de le confirmer ou non. En l'occurrence, les premières identifications d'espèces de syrphes semblent montrer une affinité pour cet habitat. Ces pelouses correspondent à des terres très arides, bien exposées, souvent anciennement pâturées et caractérisées par une végétation xérophile dont le cortège se compose de nombreuses graminées.

Dans ce sens, l'intégrité écologique de cet habitat est très bonne, voire excellente pour seulement quatre relevés (83% ; Fig. 10). Dix-neuf espèces sont au rendez-vous pour 23 espèces prédites, quatre seulement sont pour le moment manquantes (*Cheilosia aerea*, *Chrysotoxum elegans*, *Xanthogramma citrofasciatum*, *Xanthogramma pedissequum*). Au vu de ces résultats, on peut d'ores et déjà confirmer l'existence de cet habitat sur la zone. *Cheilosia aerea* et *Chrysotoxum elegans* peuvent encore être trouvées dans les prochains relevés. En revanche, pour les deux *Xanthogramma*, la question se pose. En effet, aucune espèce de ce genre n'a pour le moment été contactée, même avec les chasses à vue. Les larves de ses espèces sont zoophages, elles vivent dans les nids de Formicidae qui se

trouvent dans la litière, dans lesquelles elles prédatent les pucerons. Cela pourrait traduire, comme pour l'habitat précédent, un début de dysfonctionnement au niveau de la litière herbacée ou des zones racinaires, suite à l'abandon du pâturage de cette zone. Par conséquent, un début d'homogénéisation floristique pourrait être observé, liée aux prémices d'un embroussaillage, qu'il est possible d'observer grâce à la reconquête post-pastorale du *Pin Cembro* dans ce secteur.

d) Communauté d'herbes hautes montagnardes

Cet habitat se caractérise par des prairies de fauche, qui forment une végétation dense, haute, continue et diversifiée. De nombreuses poacées y sont généralement présentes (*Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Anthoxanthum odoratum*, etc.).

L'intégrité écologique pour cet habitat est, à l'heure actuelle, plutôt bonne (56%, Fig. 10). Neuf espèces ont été prédites, cinq sont observées et quatre sont manquantes.

Les cinq espèces observées (*Cheilosia alperstris*, *C. rhyngops*, *Melanostoma mellinum*, *M. scalare* et *Platycheirus manicatus*), vivent dans la strate herbacée. Les larves se développent sur les plantes de cette strate, dans les touffes d'herbes et une espèce (*P. manicatus*) affectionne typiquement les grandes herbes. Ces espèces affectionnent aussi les zones racinaires de la strate herbacée et particulièrement les racines de graminées. Toutes les espèces, adultes, iront se nourrir entre végétation basses et grandes herbes à l'état adulte. En ce qui concerne les espèces manquantes, elles seront certainement trouvées dans les prochains relevés. Trois espèces se développant dans les bulbes de plantes n'ont pas été trouvées.

2. Espace pâturé

Parmi les deux habitats cibles choisis au sein de la zone pâturée, 68 espèces sont observées (Annexe 7), 110 sont prédites, 33 sont au rendez-vous, 47 sont manquantes et 30 sont inattendues. L'intégrité globale obtenue est de 30 % (Fig.11), indiquant un premier résultat très faible. La description des habitats est pour le moment moyen (48%).

Intégrité écologique	
% rdv/prédites	30
% manq/prédites	42
Qualité du modèle	
% rdv/observées	48
% inattend/obs	44

Figure 11 - Intégrité écologique globale de la zone pâturée

Toutefois, quelques tendances se dégagent. Les premières espèces au rendez-vous, sont toutes liées à la strate herbacée, que ce soit à l'état adulte ou larvaire et que la plupart sont généralistes et sont donc liées aux espaces sujets à des dégradations (Source). Les espèces purement inféodées aux pelouses alpines non pâturées est d'ailleurs différent comparé au même habitat de la zone pâturée (45 espèces manquantes contre 27). Ces constatations laissent présager d'une dégradation des habitats dans ce secteur. Par ailleurs, huit espèces inattendues appréciant les eaux mésotrophes et eutrophes (i.e. sujettes à des apports de matières organiques supérieurs à la normale dans un tel contexte montagnard), pourraient attester de ce dysfonctionnement.

Les autres espèces inattendues, sont pour la plupart liées aux macro-habitats forestiers.

La forêt de mélèzes à proximité, couplée aux espèces cherchant à se nourrir du nectar des fleurs mellifères ou de plantes herbacée, pourrait expliquer leur présence au sein de l'échantillonnage de cette zone.

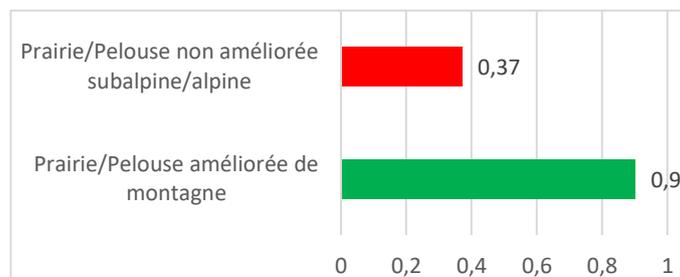


Figure 12 - Intégrité écologique des deux habitats cibles de la zone pâturée

a) Prairie/Pelouse améliorée de montagne

Cet habitat reprend les mêmes caractéristiques que précédemment mais est intimement lié à l'activité pastorale. Ainsi, la qualité floristique observée sur ces milieux dépendra entièrement de l'équilibre de la pression de pâturage. En l'occurrence, de nombreuses traces de dégradation sont à noter sur les pourtours du lac des Partias suite au passage ou la stagnation du troupeau (e.g. piétinement, érosion des sols, etc.). Le cortège floristique ici, est bien plus homogène et acidiphile, probablement lié à l'acidification des sols entraînée par la présence de bouses. *Nardus stricta* et *Rumex alpina* sont les deux espèces majoritaires et laissent présager d'un surpâturage (Chadwick, 1960).

L'intégrité écologique est de 90% (Fig. 12), elle est donc excellente. Cela correspond à 19 espèces au rendez-vous, pour 21 espèces prédites, deux seulement sont manquantes. 13 espèces sont cantonnées à la strate herbacée et vivent dans les plantes de cette strate. Sept espèces vivent principalement dans les plantes basses (moins de 5 cm) ou dans l'endogé (spécifiquement les zones racinaires ou dans les bulbes). Quatre espèces (*Syrphus Ribesii*, *Helophilus pendulus*, *Eristalis pertinax* et *Eristalis tenax*), au développement larvaire lié aux bouses de vaches ou au fumier, sont trouvées. Onze espèces apprécient les sols nus comme zone d'hivernation, dont deux qui hivernent dans les crevasses des terrains dégradés (*Cheilosia albitarsis*, *Cheilosia melanopa*). Sept espèces indiquent que les eaux présentes dans la zone d'étude sont mésotrophes ou eutrophes (*Eristalis horticola*, *E. nemorum*, *E. pertinax*, *E. tenax*, *Helophilus pendulus*, *Sphaerophoria interrupta* et *Syritta pipiens*). Toutes ces observations, mises bout à bout, attestent d'un secteur fortement perturbé par la présence du pâturage. En effet, le secteur semblerait témoigner d'une végétation assez rase - au moins sur une partie de l'année - avec des patches de sol à nu, une diversité floristique assez homogène et un apport de matière organique hypothétiquement excédentaire.

En revanche, toutes les espèces recensées indiquent que la ressource nectarifère est bien présente et que certaines plantes arrivent à se développer avant d'être broutées. Ceci laisse présager que l'impact du pâturage serait localisé (probablement autour du lac et de la bergerie). Dans cette même idée, l'analyse du prochain habitat témoignerait de cette mise en évidence.

b) Prairie/ pelouse non améliorée subalpines/alpines

Cet habitat est bien plus représenté dans la zone non pâturée que dans la zone pâturée. Il est largement présent sur la pente de versant nord, à côté du lac. La végétation ici, se développe sur des pentes siliceuses et est donc nettement acidiphile et maigre. La diversité d'espèces de cet habitat est assez importante et accueille de nombreuses fétuques ainsi qu'un cortège d'espèces thermophiles (*Potentilla grandiflora*, *Helianthemum nummularium*, etc.). Néanmoins, le passage répété des vaches semble avoir dégradé une bonne partie de cet habitat (présence de sillons, d'érosion, de végétation appréciant les conditions de surpâturage, etc.).

L'analyse StN effectuée sur cet habitat confirme ces observations. En effet, l'intégrité écologique est seulement de 37% (Fig.12). Vingt-six espèces sur 71 sont trouvées et 45 espèces sont encore manquantes. A ce stade de l'étude, il est encore difficile d'émettre des conclusions écologiques. Toutefois, si l'on se base sur l'analyse de cet habitat dans la zone non pâturée, au même stade, on perçoit déjà une différence dans le cortège pour les mêmes espèces prédites (aucun *Chrysotoxum*, par exemple).

On peut donc supposer qu'il existe un dysfonctionnement au sein de la dynamique de la strate herbacée, et particulièrement, au niveau de la litière. L'homogénéisation du cortège floristique, par l'apport de matière organique en trop grande quantité, le piétinement des vaches ou le broutage pourraient expliquer ce phénomène et confirmer qu'une dégradation est bel et bien avérée. En revanche, cette dégradation semble localisée et pas encore critique. En effet, la présence d'un cortège d'espèces inféodées aux pelouses alpines est à prendre en compte. Ces espèces ont besoin d'une végétation dense et diversifiées pour se développer. Cette constatation pourrait rejoindre celle effectuée dans le précédent habitat. A savoir que la zone la plus dégradée serait certainement celle qui est autour du lac et que la dynamique écosystémique des habitats périphériques serait, elle aussi, bouleversée par le pâturage, mais de manière moins importante.

3. Conclusion de l'analyse sur les Diptères Syrphidae.

A ce stade de l'étude, l'analyse du cortège de syrphes suggère un impact négatif assez conséquent, mais localisé, du pâturage autour du lac des Partias. Les dégradations occasionnées se feraient particulièrement ressentir sur la structure de la végétation des prairies alpines. A l'inverse, sur la zone non pâturée, la dynamique végétative semblerait ressembler à une dynamique naturelle des pelouses alpines, laissant s'épanouir la végétation. Toutefois, il est quand-même observé un début de fermeture de ces milieux lié à l'absence de l'activité pastorale. Deux modes de gestions seraient donc à redéfinir.

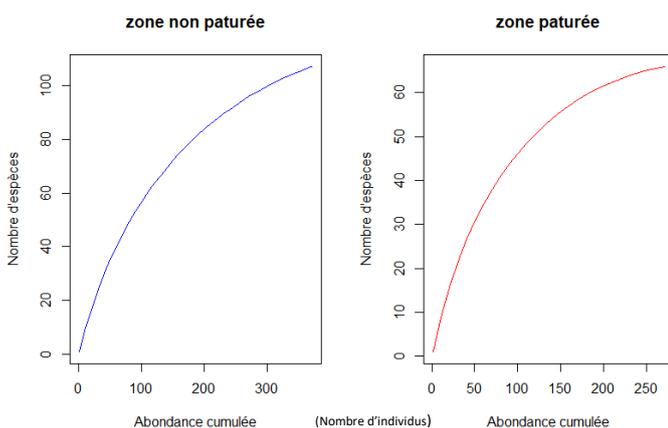


Figure 14 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Syrphidae

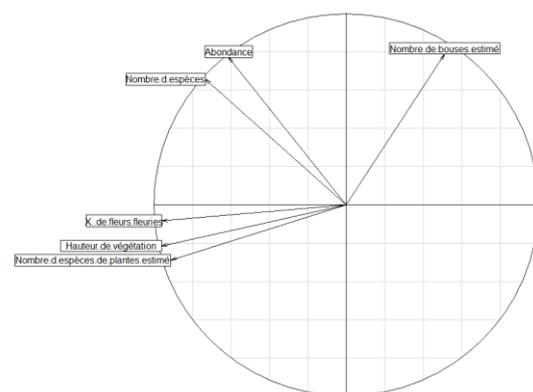


Figure 13 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des syrphes

Les courbes de raréfaction de ces deux analyses semblent montrer que l'échantillonnage est efficient, les conclusions écologiques peuvent être considérées comme robustes (Fig. 13). Aucune différence significative de la richesse spécifique n'est observée entre les deux zones études (p -value=0.06), mais celles-ci hébergent des cortèges de composition différente. En revanche, l'abondance en individus est significativement différente entre les zones (p -value=0.00001). Cela pourrait s'expliquer par un potentiel impact qui influencerait l'abondance. L'ACP réalisée sur les variables environnementales choisies atteste de ces dernières constations. En effet, le cercle de corrélation montre que toutes les variables peuvent être interprétées et que trois d'entre-elles (pourcentage de fleurs fleuries, nombre d'espèces de plantes et hauteur de végétation) sont particulièrement liées (Fig.14). C'est également le cas pour les deux autres (Nombre d'espèces de syrphes et abondance en individus), mais rien ne semble lier ces deux différents groupes de variables. Les tests de corrélation effectués entre ces variables, n'ont en effet pas montré de lien (p -value = 0.399 ; 0.100 ; 0.285 ; 0.786). Ceci pourrait sembler logique au vu de la biologie des espèces de syrphes. En effet, les espèces de syrphes ont soit des besoins spécifiques, soit des besoins

généralistes. En l'occurrence, en comparant les deux zones, un cortège différent est trouvé et les besoins des espèces sont distincts. Ces constatations pourraient donc bien attester de besoins écologiques différents entre les deux cortèges de ces deux zones et que, par conséquent, le chargement pastoral influencerait le cortège d'espèces trouvées.

4. Analyses des habitats non cibles

En complément de l'analyse de l'état de conservation des habitats agro-pastoraux, une analyse a été réalisée sur les habitats « non-cibles » présents dans la zone d'échantillonnage. Tous ont aidé à prédire les espèces qui ont pu être observées dans les pièges. Cette analyse est donnée en Annexe 10.

PARTIE 2 : Résultats à partir de l'étude des Lépidoptères «Rhopalocères»

Les analyses montrent une différence significative entre la richesse spécifique de la zone pâturée (51 espèces) et celle de la zone non pâturée (91 espèces ; $p\text{-value}=0.04526$). Cela n'est en revanche pas le cas pour l'abondance totale en individus sur les trois passages cumulés (515 observations pour la zone pâturée contre 803 pour la zone non pâturée ; $p\text{-value} 2.05e-07$) et ce n'est pas non plus le cas en comparant l'abondance cumulée de chaque transect par passage.

Ces observations ne semblent pas être dues à un effort d'échantillonnage insuffisant puisque les courbes de raréfaction démontrent que, sur les deux secteurs prospectés, il a permis d'atteindre la phase plateau de la courbe (Fig.15). Il semble donc que le pâturage n'influence pas l'abondance en individus sur le secteur étudié. Diverses hypothèses sont possibles. La première pourrait être liée à la dispersion des espèces en milieux ouverts, qui peut se trouver importante (Dupont, 2015). Ainsi, un nombre important d'individus pourrait être contacté. La deuxième pourrait être que des rassemblements de papillons, autour de terres humides, ont été observés. Les spécimens, au sein de ces rassemblements, ont tous été comptés alors que ces papillons n'ont pas forcément émergé au sein du secteur pâturé. Au contraire, la diversité spécifique serait potentiellement liée à la présence ou non d'une gestion pastorale. Les variables environnementales explicatives choisies sont censées expliquer la réponse des «Rhopalocères» face au pâturage. L'ACP a démontré que toutes les variables pouvaient être interprétées et que toutes les variables négativement corrélées sont regroupées (Fig.16). La hauteur moyenne de végétation, le pourcentage de fleurs fleuries et le nombre d'espèces végétales seraient particulièrement liés. Sans nul doute, si la végétation n'est pas broutée, les espèces peuvent se développer, la hauteur de végétation peut donc grandir et la floraison s'exprimer. Ces constats allant de paire avec la diversité en papillons. En effet, ces trois variables sont corrélées positivement à la richesse spécifique en papillons (respectivement : $p\text{-value}=0.0308$, $\rho=0.621$; $p\text{-value}=0.008671$, $\rho=0.717$; $p\text{-value}=0.04574$, $\rho=0.584$). De fait, il serait possible de dire que plus il y a d'espèces de plantes présentes, plus la hauteur de végétation est haute et plus il y a de fleurs fleuries, alors plus le nombre d'espèces de papillons sera important. Ceci peut très bien s'expliquer écologiquement, à travers l'étude de la composition des cortèges d'espèces vis-à-vis des espèces généralistes et spécialistes. En effet, la diversité d'espèces spécialistes pourrait indiquer une dégradation des habitats de pelouses et prairies pouvant résulter d'une gestion défavorable. Les espèces spécialistes possédant, généralement, une capacité de dispersion plus faible que les espèces généralistes (Sekar, 2012) et seraient donc plus vulnérables face aux changements locaux. En l'occurrence, il s'avère que la part d'espèces spécialistes représente 35% (39 espèces de rang 3 et 4) du cortège observé sur la zone non pâturée ; alors que sur la zone pâturée, la part d'espèces spécialistes ne

représente que 9% (19 espèces de rang 3 et 4). Cette différence n'est en revanche pas significative (p-value : 0.467).

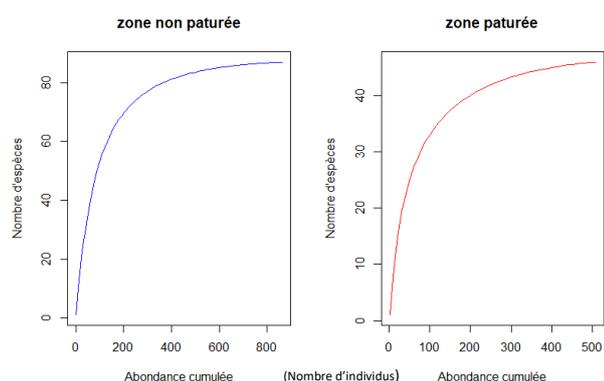


Figure 15 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Lépidoptères «Rhopalocères»

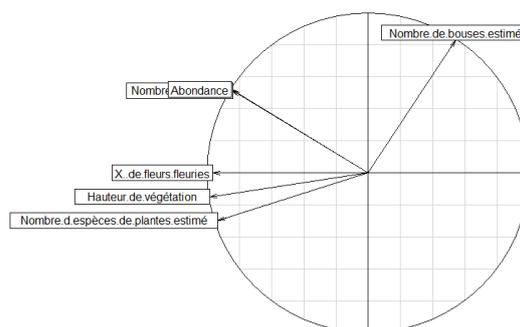


Figure 16 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des Lépidoptères «Rhopalocères»

Les prospections ont permis de contacter la quasi-intégralité du cortège des papillons de montagne et ont montré que la Réserve abrite un large cortège d'espèces liées aux milieux agro-pastoraux traditionnels de montagne, particulièrement pour les transects 3 et 4. La présence du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*) uniquement sur la partie non pâturée, en est un signe distinctif. En effet, ce papillon apprécie les prairies avec la présence de la Succise des prés (*Succisa pratensis*) et les zones de pâture extensives (Lafranchis 2015 ; Bence et Richaud, 2020). Cette raison pourrait expliquer son absence des transects 1 et 2. Cette même observation est à signaler sur l'Azuré alpin (*Albulina orbitulus*), papillon fréquentant les pelouses alpines fleuries ou encore le grand Apollon (*Parnassius apollon*), dont l'imago affectionne les prairies alpines non remaniées (Lafranchis, 2015). Ces constatations pourraient indiquer que les habitats de la zone pâturée seraient dégradés. Dans ce sens, l'absence d'espèces du genre *Boloria* dans cette zone, renforce cette idée. En effet, toutes les espèces de ce genre sont fortement liées aux pelouses et prairies en bon état de conservation et sur lesquelles, le chargement pastoral est modéré. La découverte du Nacré des renouées (*Boloria napae*) sur la zone non pâturée atteste particulièrement de cette observation.

Plusieurs autres espèces, liées aux espaces agro-pastoraux extensifs de montagne et menacées par le surpâturage, ont uniquement été recensées sur la zone non pâturée. C'est le cas de la Mélitée noirâtre (*Melitaea diamina*), du Satyrion (*Coenonympha gardetta*), de l'Azuré du Melilot (*Polyommatus damon*), de l'Azuré de la Luzerne (*Polyommatus dolus*), de l'Hespérie du Marrube (*Carcharodus flocciferus*), de l'Hespérie du pas-d'âne (*Pyrgus cacaliae*), du Plain-chant (*Pyrgus alveus*), L'hespérie du Dactyle (*Thymelicus leneola*) et du Cuivré fuligineux (*Lycaena tityrus*). La présence de *Phengaris arion*, l'Azuré du Serpolet, inféodé aux prairies et pelouses où pousse le Serpolet (*Thymus serpyllum*) sur le secteur non pâturé, atteste également d'un déséquilibre sur la zone pâturée, sur lequel un seul individu a été contacté. Les habitats fréquentés par cette espèce sont particulièrement sensibles au surpâturage (Thomas et al., 1998). Somme toute, ce papillon apprécie les prairies avec une grande diversité végétale où de nombreuses plantes nectarifères se développent.

D'autres espèces, pourtant réputées incompatibles avec un pâturage intensif, ont été trouvées dans la zone pâturée. C'est par exemple le cas de la Piéride de l'Arabette (*Pieris Bryoniae*), le Sablé du Saintfoin (*Polyommatus damon*), de la Mélitée de Fruhstorfer (*Melitaea celadussa*), l'Hespérie de l'alchémille (*Pyrgus serratulae*) ou de l'Argus de la

sanguinaire (*Eumedonia eumedon*). Cependant, le contact de ces espèces a été nettement moins abondant que sur la zone non pâturée. Ceci pourrait s'expliquer par le passage d'individus en dispersion depuis des favorables situées en périphérie. Ainsi, le Candide (*Colias phicomone*), espèce commune et abondante sur tous les secteurs ne se rencontre que sur des pelouses alpines non fauchées et peu pâturées (Vrba et al., 2014). Il est également possible que, finalement, le secteur se trouve être modérément dégradé. Cependant, la présence de certaines espèces généralistes uniquement dans le secteur pâturé (*Pieris napi*, *Pieris rapae*, etc.), pourrait aller dans le sens de la première hypothèse et démontrer un dysfonctionnement de la dynamique écosystémique autour de cette zone.

Néanmoins, la zone potentiellement soumise à une pression de pâturage trop importante, se limiterait à une faible superficie autour du lac des Partias. En effet, la présence d'espèces sensibles au surpâturage, en faible nombre, dans les transects de la zone pâturée pourrait s'expliquer par cette raison. De fait, ce serait uniquement les pourtours du lac qui seraient impactés par une surcharge pastorale. Cette dernière observation pourrait être confirmée par la présence d'un cortège d'*Erebia* (Moirés) particulièrement remarquable. Huit espèces sur 21 ont été recensées (nombre d'espèces du genre *Erebia* présent dans ce secteur géographique, en altitude). Parmi elles, le Moiré piémontais (*Erebia aethiopella*), le Moirée chamoisé (*Erebia gorge*), le Moiré cendré (*Erebia pandrose*), le Moiré fauve (*Erebia mnestra*), le Moirée lancéolé (*E. alberganus*), le Moiré des fétuques (*E. meolans*) sont toutes des espèces qui, soit ont été identifiées sur les pelouses alpines de la zone pâturée – mais en faible abondance – soit ont été identifiées dans les pourtours de cette zone et dans le secteur non pâturé.

Par ailleurs, aucune espèce de Zygène n'a été détectée sur la zone pâturée, groupe pouvant également renseigner sur l'état de conservation des milieux (TARRIER, 2001). En revanche, six espèces ont pu être contactées sur le secteur non pâturé (*Zygaena cynarae*, *Z. filipendulae*, *Z. loti*, *Z. romeo*, *Z. transalpina*, *Z. exulans*). Toutes se croisent sur les prairies alpines en bon état de conservation, peu ou non pâturées. Toutes ces espèces sont particulièrement sensibles au surpâturage (Lafranchis, 2015). Leur absence de la zone pâturée pourrait donc se justifier par ce trait de vie. Il est important de noter que *Zygaena brizae* a été trouvé, en grand nombre, en dehors des deux secteurs étudiés. Ce Zygène est intimement lié à la présence de pâturage, ce qui explique son absence de la zone non pâturée. Toutefois, ce papillon de nuit est, lui aussi, menacé par le surpâturage (André et Bence, 2014).

Ces explications et observations pourraient donc témoigner d'une zone particulièrement impactée par un chargement pastoral trop important dans les pourtours du lac des Partias. Toutefois, cela reste à relativiser au vu des espèces sensibles à ce type de dérangement, mais néanmoins contactées à proximité.

PARTIE 3 : Résultats à partir de l'étude des Orthoptères

La zone pâturée accueille un total de 20 espèces et la zone non pâturée en comptabilise 29. Les premières analyses montrent que les richesses spécifiques des deux zones étudiées ne sont pas différentes (p-value : 0.6446). Ceci pourrait s'expliquer d'une part, par le faible nombre d'espèces trouvées dans cette étude et d'autre part, par le premier passage qui a contacté beaucoup de juvéniles indéterminables.

Une des raisons, la plus probable, serait liée au cortège d'espèces qui diffère entre ces deux zones, montrant une adaptation locale des espèces en fonction du contexte écologique du site. Au contraire, une différence significative est mise en évidence entre ces deux zones

(p-value : 0.0001306) sur l'abondance en individus. Ainsi, on pourrait supposer qu'une pression s'exerce sur cette communauté jouant sur l'abondance en individus. Ces observations ne semblent pas être dues à une insuffisance de l'effort de l'échantillonnage selon les courbes de raréfaction qui démontrent que, sur les deux secteurs, il a été suffisant (Figure 18). Il est supposé que la pression de pâturage exercée sur le site est négative, si l'on se réfère à l'écologie des espèces observées.

La plupart des espèces trouvées ont une distribution euro-sibériennes et sont donc, en France, principalement trouvées en montagne. Parmi celles-ci, on peut citer le Gomphocère des alpages (*Gomphocerus sibiricus*), le Criquet jacasseur (*Stauroderus scalaris*) la Miramelle des Frimas (*Melanoplus frigidus*), le Criquet verdelet (*Omocestus viridulus*) et la Miramelle des moraines (*Podisma pedestris pedestris*). Certaines sont strictement inféodées aux pelouses alpines et subalpines assez sèches, c'est le cas de *Aeropedellus variegatus* et de *Gomphocerus sibiricus*. Leur présence est souvent liée aux pelouses faiblement pâturées dotées d'une importante strate herbacée et diversifiée, ce qui pourrait expliquer leur absence des Transects 05 et 06. En effet, la zone non pâturée présente une hauteur de végétation d'un peu plus de 1 mètre avec la présence d'environ 90 espèces de plantes différentes (Abdulhak et al., 2013 ; Billant et Wirtiez, 2018).

Bien que l'ACP ne montre pas de lien entre les variables environnementales et la richesse spécifique, elle en révèle un pour l'abondance (excepté pour la présence de bouse ; Figure 17). Ce lien est démontré à travers une corrélation positive entre la hauteur de végétation, et le nombre d'espèces de plante estimé avec l'abondance en individus (respectivement, p-value : 0.05 - cor : 0.663 ; p-value : 0.04 – cor : 0.31). On pourrait donc supposer que l'abondance et, éventuellement, la présence de ces espèces pourrait être caractérisée par une structure de végétation haute et hétérogène.

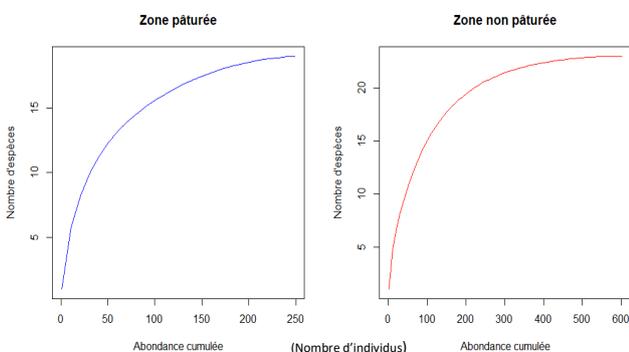


Figure 17 - Courbes de raréfaction de l'échantillonnage réalisé sur les Orthoptères

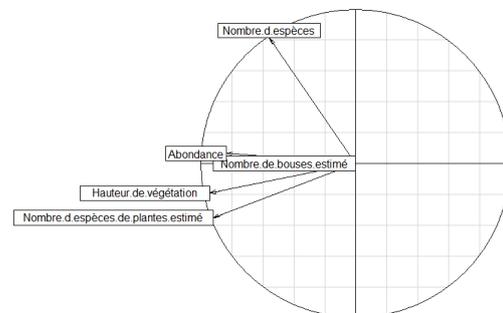


Figure 18 - Cercle de corrélation des variables environnementales choisies pour expliquer la réponse des Orthoptères

Un cortège d'espèces euryèces important est à noter : le Criquet des pins (*Gomphocerippus* (= *Chorthippus*) *vagans vagans*), la Dectique verrucivore (*Decticus verrucivorus*), l'Oedipode germanique (*Oedipoda germanicus*), le Criquet jacasseur (*Stauroderus scalaris*), la Sauterelle cymbalière (*Tettigonia cantans*) et la Grande sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*). Ces espèces occupent des milieux variés de végétation dense à ouverte : pelouses sèches, pelouses mésophiles, friches, coupes de bois, allant des zones urbaines aux alpages (Bonner et al., 1997 ; Sardet et al., 2015). Leur présence ou leur abondance ne certifie pas un dysfonctionnement. Leurs écologies prouvent simplement leur adaptabilité aux habitats naturels et expliquent pourquoi elles sont retrouvées dans les deux zones. Il est quand-même important de noter que ces espèces sont les plus représentées sur l'ensemble des échantillonnages (Figure 19). Toutefois, une autre espèce ubiquiste ne figure pas dans la zone non pâturée, *Gomphocerippus biguttulus*, qui évite les pelouses

denses (Sardet et *al.*, 2015). Cette raison pourrait expliquer son absence et un éventuel bouleversement dans la dynamique végétative de l'espace pâturé.

Dans ce sens, deux espèces : la Decticelle des alpages (*Metrioptera saussuriana*), la Miramelle des Frimas (*Melanoplus frigidus*), apprécient les pâturages alpins thermophiles, à faible recouvrement végétal. La Decticelle des alpages a été contactée, en abondance, sur le transect le plus détaché de la zone du lac. Cela pourrait expliquer pourquoi elle n'est pas présente dans les pelouses aux abords du lac, qui semble être l'espace montrant le plus de signe d'un surpâturage. La Miramelle de Frimas est, quant à elle, complètement absente de cette zone. Son absence pourrait être le signe d'un surpâturage (Baroni, 2015) et pourrait aussi confirmer que la zone subissant les plus fortes pressions serait bien localisée autour du lac. De plus, l'identification d'*Omocestus haemorrhoidalis*, qui fréquente les pâturages secs à la végétation rase et qui n'est présent que dans la zone pâturée, pourrait confirmer ces dernières constatations.

L'absence totale de *Polysarcus denticauda*, de la zone pâturée va également dans le sens de cette constatation. En effet, l'espèce est menacée par le surpâturage, son absence pourrait donc être un élément supplémentaire prouvant la dégradation du site (Gueguin, 1990).

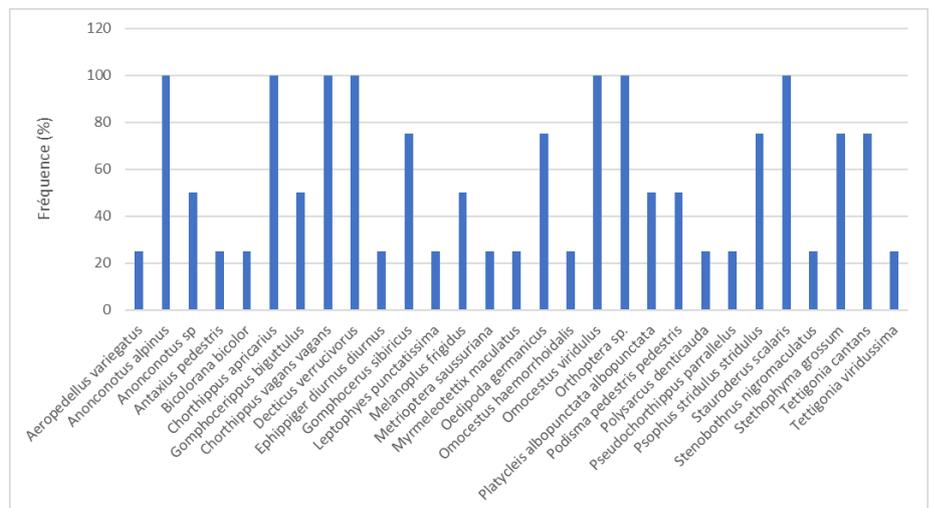


Figure 19 - Fréquence d'occurrence des espèces d'Orthoptère sur l'ensemble de la Réserve

Un autre cortège vit en pelouses. C'est le cas de l'Antaxie marbrée (*Antaxius pedestris*), la Decticelle bicolor (*Bicolorana bicolor*), La Decticelle chagrinée (*Platycleis albopunctata albopunctata*), le Criquet des Adrets (*Chorthippus apricarius*) et le Criquet des pâtures (*Pseudochorthippus parallelus*). Ces espèces vivent donc dans des milieux chauds et secs, généralement dans les pelouses ensoleillées et pierreuses (Sardet et *al.*, 2015). Leur habitat est souvent une mosaïque de zones ouvertes, pierreuses et de végétation haute/dense.

Leurs conditions de vie pourraient expliquer leur absence de la zone pâturée puisque la végétation de cette zone pourrait se montrer bien trop basse pour elles.

Une partie des autres espèces est plutôt liée aux lisières forestières, de végétation un peu plus dense. Elles se retrouvent particulièrement dans la zone non pâturée, qui mêle une mosaïque d'habitats ouverts et fermés. Ces espèces pourraient aussi confirmer que la zone non pâturée montrerait les débuts de fermeture de milieux. Ceci explique peut-être aussi pourquoi le nombre d'espèces est plus important dans cette zone. En effet, plus la proportion d'arbres est importante dans une station, moins il y a d'individus et d'espèces différentes d'Orthoptères. Les zones boisées représentant des milieux défavorables à la plupart des espèces d'Orthoptères (Dusacq, 2019) En l'occurrence, à ce stade de la dynamique naturelle de fermeture, les prairies de cette zone, qui n'en sont qu'aux prémices de la fermeture, semblent offrir encore des milieux favorables.

Pour conclure, la zone non pâturée tend vers une dynamique de fermeture progressive de la végétation, mais celle-ci semble encore marginale au vu du nombre d'espèces recensées et de leur abondance. Cette station représente des habitats favorables à leur maintien (e.g. végétation dense, nombreuses graminées, etc.), c'est pourquoi le nombre d'espèces recensées et d'individus y sont élevés. En revanche, la zone pâturée, semble subir un fort pâturage associé, dans la plupart des cas, à un piétinement de la végétation, allant jusqu'à la disparition de celle-ci, provoquant de nombreuses zones mises à nu, profitables à certaines espèces dites « banales ». Cette station semble être marquée par une diminution importante du nombre d'individus et de la richesse spécifique. Toutefois, la pression serait localisée, ce qui suggère que seulement certains patchs de prairies seraient mieux préservés que d'autres.

IV. Constats et limites

Cette étude cherchait à comprendre la réponse des communautés de syrphes, des papillons de jour et des Orthoptères face à une activité agro-pastorale afin d'évaluer, localement, les effets du pastoralisme sur l'état de conservation des habitats agro-pastoraux de la RNR des Partias. Ainsi, la richesse et l'abondance de chaque groupe d'insectes étudiés ont subi différentes analyses en relation avec les paramètres de la végétation locale, correspondant aux effets visibles du pâturage. Une analyse fine de ces cortèges a également été proposée.

Bien que l'échantillonnage ne soit pas terminé, des résultats sont disponibles pour les syrphes. La richesse en espèces et l'abondance des syrphes ont montré des réponses similaires tant sur le cortège d'espèces trouvé que sur les paramètres de végétation testés. C'est ainsi que, entre la zone pâturée et la zone non pâturée, le cortège d'espèce observé est nettement différent. La zone non pâturée témoigne d'un cortège de prairies alpines et de prairies xériques non remaniées et la zone pâturée est composée d'un cortège d'espèces de prairie montagnarde nettement lié au pâturage. Ceci traduirait un dysfonctionnement important sur la structure végétative herbacée au niveau de la litière herbacée et des zones racinaires et également une tendance à l'homogénéisation floristique ou une perte de typicité. Ces observations appuyées par la réponse positive de la richesse en espèces et de l'abondance aux habitats herbacés et à la richesse floristique. Ces résultats sont en adéquation avec les études démontrant la réponse positive de la richesse des espèces de syrphes à la richesse floristique et la quantité de fleurs (Kleijn et Van Langevelde, 2006 ; Meyer et *al.*, 2009).

La sous-représentation des syrphes dont les larves se nourrissent de plantes nécessite un examen plus approfondi. Il est très peu probable que cela soit dû à un effort d'échantillonnage, qui semble efficient d'après les courbes de raréfaction. L'occurrence d'un plus grand nombre d'espèces dans les sites avec des pourcentages élevés de couverture herbacée, au-delà de la présence de micro-habitats larvaires, pourrait être expliquée par le fait que la strate herbacée est très utilisée par les adultes qui sont très mobiles, en quête de ressources florales et d'une couverture herbacée importante. Ces résultats sont aussi à relativiser du fait que les tentes Malaise installées en zone non pâturée étaient positionnées le long d'une végétation ligneuse. Ce système peut servir de couloirs écologiques et de sites de rassemblement des adultes, ce qui favorise la capture des espèces (Dor et Maillot-Mezeray, 2011). Cela pourrait donc expliquer pourquoi il y a plus d'espèces et en abondance plus élevée dans cette zone. Bien que les pièges Malaise installés au lac des Partias étaient positionnés le long d'un torrent, système également considéré comme un couloir écologique des syrphes, comme le montre la présence d'espèces provenant

d'habitats situés à une à distance des pièges. L'écologie des espèces à l'état larvaire étant encore assez méconnue sur les habitats étudiés pourrait faire apparaître des espèces comme manquantes à tort. De même pour certaines espèces inattendues qui pourraient se retrouver illégitimement classées dans cette catégorie car mal encodées dans le modèle pour l'instant.

Il serait intéressant de savoir si la diversité des plantes observée sur ces sites est responsable de la sous-représentation des espèces de syrphes associées aux plantes de la strate herbacée, ou si cela doit être interprété comme un artefact du modèle ou des méthodes utilisées pour interpréter les résultats. Les espèces prédites dont les larves se nourrissent de plantes, ne sont pas sous-représentées dans les habitats décrits. L'échantillonnage du site pâturé montre même que la pelouse représente 61% des espèces prédites adaptées à une végétation herbacée et que cette représentation semble être corrélée au nombre d'espèces végétales du site. De manière générale, il n'y a pas une mauvaise représentation des communautés de syrphes dans tous les habitats subalpins/alpins testés sur ces sites. Ces points, associés aux observations directes des dégâts au sol et couplées aux études sur la végétation, suggèrent que le site autour du lac des Partias aurait été très endommagé par le pâturage ovin à long terme et qu'il serait sensé de conclure que l'apparente sous-représentation des syrphes associés à la strate herbacée est plausible, plutôt que liée à un artefact.

Pour les papillons, les constats sont similaires. La richesse en espèces est corrélée positivement aux paramètres de végétation choisis. La corrélation positive trouvée entre la diversité et les zones herbacées alpines, qui a déjà été démontrée dans d'autres secteurs géographiques (Kuussaari et al., 2007 ; Ekroos et al., 2008), peut être attribuée à la présence de nombreuses plantes hôtes pour les larves et de sources de nectar pour les adultes. Ces constatations sont normales, la plupart des plantes hôtes et la plupart des sources de nectar, pour les papillons français, sont herbacées. Les arbres en fleurs sont peu attractifs pour les papillons, c'est pour cela que la diversité en papillons est étroitement liée à des variables de structuration de la végétation. Toutefois, les analyses montrent qu'une fois la dynamique structurelle rompue, la diversité d'espèces diminue fortement. Elle diminue fortement aux dépens des espèces spécialistes, favorisant les espèces généralistes. Cela s'explique, une fois de plus, par une homogénéisation du couvert végétal, entraînant la diminution de plantes hôtes favorables aux espèces spécialistes. Dans les circonstances locales, la perturbation occasionnée serait due au pâturage et la richesse spécifique serait donc négativement impactée par l'activité pastorale. Néanmoins, le nombre de transect dans cette étude reste finalement limité (quatre, deux par zones échantillonnées), un nombre plus important de transect aurait peut-être permis de recenser plus d'espèces sur la zone pâturée. De plus, la base de données « traits de vie » utilisée n'était pas forcément adaptée au contexte local du site. La sténocécie des espèces pourrait donc être mal évaluée et biaiser les résultats.

Ces constats s'observent également chez les Orthoptères, chez lesquels un cortège différent a été observé entre ces deux zones et dans lesquelles les espèces se trouvent être indicatrices de changements de pratiques et d'évolution de la structure de la végétation en lien avec le pastoralisme. D'un côté, celui non pâturé, des espèces préférant des prairies denses, hautes et diversifiées ; De l'autre, des espèces affectionnant les prairies rases avec des sols à nus, tels que les Oedipodinae favorisées par le passage répété du troupeau, à l'inverse des espèces dépendantes d'une strate herbacée haute ou des espèces méso-hygrophiles. Cette différence pourrait s'expliquer par des effets de broutage, de piétinement et donc des conséquences sur la structure du sol et de la végétation. Cela est facilement

identifiable par l'observation d'espèces pionnières et thermophiles favorisées par l'apparition de sol à nu qui fournit des lieux de ponte favorables pour de nombreuses espèces d'Orthoptères (Jaulin et Baillet, 2007). L'absence d'espèces adaptées à des conditions de pâturage alpin en bon état, pourrait s'expliquer par une pression de pâturage trop intense. Dans ce cas, cela nuit à de nombreuses espèces d'Orthoptères, surtout via le piétinement qui est destructeur et qui fait fuir de nombreuses espèces. Cette situation, semble particulièrement influencer l'abondance en individus. Cette réflexion suit les constations observées par d'autres études, où il apparaît que la pression de pâturage agit essentiellement sur la densité en Orthoptères (Tatin et *al.*, 2000 ; Kruess et Tscharrntke, 2002). Néanmoins, les conclusions sont divergentes voire contradictoires. Plusieurs études ont montré que les réactions sont variables selon l'écologie de chaque espèce (Morris, 1967 ; Guéguen-Genest et Guéguen, 1987 ; Guéguen et Vannier, 1994).

Il est toutefois noté, que les conclusions écologiques quant au cortège des Orthoptères, semblent bien moins évidentes que pour les autres groupes. Leur analyse étant plus pertinente après plusieurs années de suivi, mais aussi du fait que d'autres facteurs doivent être pris en compte quant à ces différences. Notamment, la sur-fréquentation touristique autour du lac, pourrait renforcer le piétinement des ovins et interférer dans le peuplement. Cette hypothèse étant d'ailleurs possible pour l'ensemble des groupes échantillonnés. De plus, les Ensifères sont connus pour leur comportement craintif et peuvent donc être sous-représentés, de par leur migration en hauteur dans les ligneux une fois en adulte. Cela pourrait expliquer l'absence relative de certaines espèces qui sont situées en milieu très ouvert (cas du lac). Par ailleurs, les mosaïques de prairies associées à des arbustes sont des habitats plus riches en espèces et abritant des densités d'individus plus élevées, ce qui pourrait expliquer la dominance de ces deux variables dans la zone non pâturée. En effet, les prairies jouxtant la lisière forestière de ce secteur présentent une physionomie très intéressante pour les peuplements. Nonobstant, comme avec les autres groupes, la zone non pâturée montre des signes de fermeture et pourrait nuire au cortège établi. Effectivement, lorsque l'enrésinement est plus prononcé, la disparition des peuplements est très rapide (Bas et *al.*, 2009)

Néanmoins, l'intérêt d'avoir pu construire et mener ces analyses conjointes entre ces différents groupes taxonomiques réside dans l'appui, la confirmation et la finesse du diagnostic proposé, qui est rarement possible à partir d'un seul de ces groupes sur la même problématique. Ainsi, les conclusions apportées permettent probablement de se rapprocher des réelles conditions locales. Dans cet optique comparative, les résultats sont encourageants. Les différences observées des communautés entre le site pâturé et le non pâturé (absence d'espèces attendues, présence d'espèces généralistes, caractéristiques écologiques de certaines espèces, etc.) apparaissent pertinentes et pourraient donc être le signe d'impacts de la pression pastorale. La pression de l'activité pastorale sur les milieux étudiés serait toutefois à minimiser. En effet, la présence d'espèces liées à des agro-systèmes en bon état de conservation sur la zone pastorale, pourrait témoigner que la dégradation serait localisée. Au vu du contexte du site, cet impact serait prépondérant sur les pourtours du lac et de la bergerie. Ailleurs, la pression de pâturage se ferait ressentir de manière subsidiaire. Cela est sûrement dû aux effets de stationnement constant du troupeau et des passages répétitifs des bêtes. Au contraire, bien que la zone non pâturée semble à l'heure actuelle identifier en bon état de conservation, une légère dégradation des prairies est observée, suite à un début d'embroussaillage provoqué par l'abandon de pâturage de cette zone. Sans parler du fait que l'étude est encore en cours et que les résultats peuvent encore évoluer, les contraintes climatiques extrêmes de la zone d'étude peuvent aussi

limiter la présence de certaines espèces. Par conséquent, cela peut exagérer les résultats obtenus quant à l'impact du pâturage sur les aspects fonctionnels des habitats. Toutefois, de nombreuses espèces manquantes de syrphes, de papillons ou d'Orthoptères absents de la zone pâturée possèdent une sensibilité forte à très forte au surpâturage bovin et pourraient appuyer les hypothèses évoquées (Speight et al., 2000).

D'autres facteurs pourraient aussi être la cause du dysfonctionnement observé, comme le dérèglement climatique ou les activités de pleine nature (randonnées, VTT, etc.) et pourraient participer aux perturbations et influencer la précision du diagnostic.

Il est important d'aborder le fait que les variables environnementales choisies ont été celles qui permettaient de comprendre, le plus facilement et le plus judicieusement, l'impact de l'activité pastorale. Toutefois, en complément des suivis sur l'entomofaune, la mise en place d'un suivi de la végétation, bien plus précis, sur les placettes de suivi entomologiques, pourra de manière complémentaire renseigner sur les effets du pâturage (analyse des plantes de la litière, analyse de la ressource nectarifère, etc.). Ces éléments pourront ainsi être mis en relation avec les données entomologiques pour mieux comprendre les interactions du pâturage avec les communautés d'insectes.

La fin de la période d'échantillonnage de cette année ainsi que celle de 2022 - et potentiellement celle de 2023 - devraient confirmer ou non ces constatations et affiner le diagnostic. Les bases de données StN ou « traits de vie » du MNHN, étant mises à jour tous les ans, au fil des différentes études, la finesse des diagnostics sera encore plus fiable dans les années à venir. Il est conseillé aux gestionnaires de la Réserve de poursuivre ces investigations sur l'ensemble de la Réserve, dans d'autres secteurs, pour l'ensemble des groupes étudiés, mais aussi de refaire ce travail dans 10 ans pour mesurer l'évolution fonctionnelle des alpages et éventuellement l'impact des choix de gestion qui seront effectués.

V. Préconisations de gestion

La gestion de l'activité pastorale sur le site est tout autant primordiale pour l'exploitant que pour les milieux. En effet, au niveau pastoral, un milieu perturbé aura souvent une valeur fourragère amoindrie (perte en diversité floristique, sol nu, rosettes inaccessibles au bétail, etc.). De plus, la perte de diversité floristique réduit la flexibilité dans l'utilisation de la ressource. Le fait de disposer d'une végétation diversifiée sur le site, l'éleveur pourra ainsi s'aider du décalage des cycles de végétation des espèces et être plus serein quant à l'utilisation de la ressource. Les enjeux concernent la restauration et le maintien d'un équilibre sur ces écosystèmes perturbés. Il s'agit de garder une ressource fourragère de qualité et durable dans le temps.

Dans le cas de la Réserve des Partias, le type de troupeau et le nombre de bêtes ne serait pas mis en cause, au vu du déséquilibre qui semble localisé face aux effets de stationnement constant des bêtes. Le but est donc de chercher à rééquilibrer et ajuster l'impact du bétail sur la végétation. Pour cela, diverses solutions peuvent être envisagées :

- La première, qui semble la plus pertinente au vu du contexte local, serait de déplacer les points de stationnement pour éviter le sur-piétinement et la concentration d'excréments. Les abreuvoirs situés à proximité de la bergerie sont un point de ralliement important pour les vaches. Mettre en place des abreuvoirs sur d'autres secteurs permettrait peut-être de diffuser l'impact occasionné sur d'autres secteurs et d'éviter ces points d'attractions.
- La deuxième consisterait en la mise en défens temporaire de petites zones autour du Lac des Partias pour soulager cet espace sur-fréquenté.

- Une troisième action, serait d'aider la strate herbacée à s'implanter en limitant le pâturage aux périodes où les poacées grainent. Les plantes acidiphiles, qui ne constituent pas une ressource pastorale, devraient alors régresser face à la concurrence du cortège qui s'implantera.
- La quatrième pourrait s'orienter à plus large échelle, sur les prairies modérément touchées par le troupeau en améliorant la circulation du troupeau dans la Réserve, afin d'éviter que les prairies ne se dégradent d'avantage.
- Une dernière action, non ciblée sur des mesures de restrictions du bétail serait, au contraire, de rouvrir le secteur qui n'est plus pâturé au bétail afin de contenir la dynamique des ligneux dans cette zone et garder l'état de conservation de ces prairies alpines. Toutefois, la période d'intervention, la charge pastorale et le temps passé à pâturer devront être raisonnés. La zone pourrait simplement être ouverte aux bêtes en fin de saison, après que la dynamique prairiale ait effectué l'intégralité de son cycle naturel. Une alternative, afin d'optimiser la mosaïque de milieux et limiter l'impact des effets de stagnation des troupeaux, serait d'établir un planning de pâturage de l'alpage précis et concerté, sur plusieurs années, dans le futur plan de gestion pastorale. Il pourrait être prévu de laisser des zones inaccessibles au bétail durant certain temps, afin de conserver des zones de refuge pour la faune. Cela permettrait également d'accentuer l'impact du pâturage sur d'autres espaces, où cette activité sera nécessaire. Ces espaces délimités pourront, par la suite, évoluer pour éviter la surcharge pastorale et favoriser d'autres zones.

Dans tous les cas, cette réflexion doit s'effectuer sur le long terme car les effets occasionnés sur les milieux peuvent changer les conditions abiotiques et biotiques du site pendant des décennies. La gestion extensive de ces espaces est donc à penser en concertation avec l'éleveur et à raisonner « milieu » et non pas « d'espèce ». Dans le cas présent, considérer certains enjeux écologiques, revient à gérer des habitats semi-naturels, qui dépendent des activités humaines pour se maintenir.

Perspectives

Il est primordial de préciser que les identifications de l'ensemble des autres groupes collectés dans les tentes Malaise, sont tout autant un matériel et un outil important pour compléter les analyses. Un travail complémentaire est déjà engagé dans la détermination de la faune non cible récoltée au cours de cette étude. Le but étant d'augmenter la connaissance entomologique de la réserve naturelle des Partias et de préciser les enjeux de conservation et de responsabilité de celle-ci.

La fin du stage, complétée par la continuité de l'échantillonnage ainsi que le partenariat enclenché à partir de l'étude de l'INRAE, permettront de fournir aux gestionnaires de la Réserve un document opérationnel quant au degré de pression exercée par l'activité pastorale. Ainsi, ils pourront construire un plan de gestion pastorale adapté au contexte local de la Réserve.

VI. Commentaires personnels

Retours d'expérience

Cette année est, sans nul doute, l'une de mes expériences les plus enrichissantes. Travailler au sein de deux Réserves Naturelles aux contextes totalement différents a été particulièrement formateur en m'imposant de m'adapter, construire, gérer et surveiller la même étude, sur deux localités différentes. La réflexion, pourtant fondée sur l'utilisation d'un

même modèle, était bien différente depuis le début, dès l'émergence des problématiques des gestionnaires qui avaient chacun leurs besoins ; jusqu'à l'interprétation et les conclusions écologiques. Apprendre à suivre plusieurs problématiques, enclencher les démarches de terrain et gérer la communication continue avec les gestionnaires et les autres acteurs, a été un aboutissement professionnel. En effet, cela m'a permis de développer des aptitudes personnelles tant dans l'organisation et l'optimisation d'un planning de tâches que dans la rigueur scientifique et technique. Finalement, j'ai pris conscience du travail de chargé d'études et ce qu'il implique, dans le positif ou dans le négatif. Certaines situations m'ont montré que mener une étude de ce type n'est pas forcément évident. D'une part, il est nécessaire de prendre en compte contraintes de temps et de terrain pour prévoir le plan d'échantillonnage (une seule journée pour récolter l'ensemble des pièges, choix des emplacements des pièges selon la pente, l'exposition, respect de la problématique et des préconisations du modèle) ; D'autre part, malgré la bibliographie disponible, la correspondance entre « habitats StN » et « habitats Corine biotope » qui n'était pas facile pour certains habitats (Pélite, macro-habitats des pelouses d'altitude). Il est nécessaire de prendre en compte les difficultés d'identification de certains spécimens. Surmonter ces difficultés avec le soutien d'experts a été grandement formateur puisque cela m'a permis d'améliorer mes connaissances sur l'identification des syrphes et leur écologie. Cela m'a aussi aidé à m'insérer complètement au sein d'un réseau de professionnels – personnels RNF, experts naturalistes et chercheurs français et européens – et d'amateurs passionnés avec qui j'ai pu communiquer pour mener à bien cette étude. La construction d'un diagnostic commun et final avec l'INRAE, à travers une publication scientifique, sera également un réel atout pour mon avenir professionnel.

L'ensemble des tâches réalisées avec leurs proportions relatives est présent en Annexe 12. Le planning des activités, ayant aidé à la mise en œuvre de cette étude, est en Annexe 13.

Perspectives

Le diagnostic de l'état de conservation des habitats de la RNR des Gorges de Daluis n'a pas été traité dans ce rapport. Pourtant, cette étude a bien été menée en parallèle à celle-ci, comme le stipulait le cahier des charges établi. Le diagnostic pour la Réserve se poursuivra de manière bénévole d'ici la fin de l'année, un diagnostic sera publié en 2022 dans ce sens. Une réflexion est également enclenchée pour travailler sur une publication retraçant les résultats conjoints de l'indice de Biodiversité potentiel (IBP) et de la méthode StN, sur cette même réserve.

L'ensemble des données acquises lors de ce stage sera également valorisé. Au-delà d'un premier article de vulgarisation consacré à cette étude dans le journal « le Dauphiné libéré » (Annexe 11), sont prévues la communication des résultats au sein du Groupe inter-réseau syrphes et la publication des listes d'espèces de syrphes. La valorisation de ces études se fera également à travers la publication d'un article, dans la revue « Oiseaux mag » (Annexe 14).

A l'avenir, les deux réserves feront également l'objet d'une analyse fine du cortège d'Hyménoptères Symphytes (Hymenoptera Symphyta) recensés grâce au dispositif de piégeage.

Références bibliographiques

- Abdulhak, S. (2013). Caractérisation des habitats naturels de la Réserve Naturelle Régionale des Partias. p.88 + Annexes.
- Agreste. (2016). Provence-Alpes-Côte d'Azur: mémento de la statistique agricole. édition 2016. Marseille: DRAAF PACA. p.118.
- André, J. M., et Bence, S. (2014). Liste rouge des «Rhopalocères et zygènes de Provence-Alpes-Côte d'azur. UICN. p. 33.
- Barataud, J. (2005). Orthoptères et milieux littoraux. Influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la biodiversité. Rapport de BTS en Gestion et Protection de la Nature, option Gestion des Espaces Naturels, Neuvic (19). p. 86.
- Bardgett, R. D. (2017). Plant trait-based approaches for interrogating belowground function. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. Royal Irish Academy*. 117. p. 1–13.
- Bardgett, R. D. and Wardle, D. (2010). Aboveground-Belowground linkages : Biotic interactions, ecosystem processes, and global change. *Austral Ecol*. 37. p. 26–27.
- Baroni, D. (2015). Gli Ortoteri della Valle di Cogne (Valle d'Aosta)(Insecta, Orthoptera). *Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle*. 69. p. 9-98.
- Bartsch, H., Binkiewicz, E., Rådén, A. et Nasibov, E. (2009a). Nationalnyckeln till Sveriges flora och Norwegian. *Journal of Entomology*. 60. p. 126–134.
- Bartsch, H. Binkiewicz, E., Klintbjer, A., Rådén, A. et Nasibov, E. (2009b). Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Tvåvingar: Blomflugor: Eristalinae et Microdentinae. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. p. 476.
- Bas Y., Kerbiriou C., Julien J.F., Jiguet F. (2009). Le réveil du Dodo III : 3èmes journées francophones des sciences de la conservation de la biodiversité.
- Bassignana, M., Bornard, A., Bernard-Brunet, C., Cozic, P., et Labonne, S. (2007). *Les végétations d'altitude de la Vanoise. Description agro-écologique et gestion pastorale*. Quae. p. 357.
- Bätzing, W., et Rougier, H. (2005). Les Alpes. Un foyer de civilisation au cœur de l'Europe. *LEP Editions, Le Mont-sur-Lausanne*. p.37.
- Bence, S., et Richaud, S. (2020). Atlas des papillons de jour et zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur. *CEN PACA et Le Naturographe edit.*, Gap. p. 544.
- Billant et Wirtiez. (2018). Dénomination et caractérisation de zones humides la Réserve naturelle des Partias. p.98 + Annexes.
- Bonnet, E., Vilks, A., Lenain, J. F., et Petit, D. (1997). Analyse temporelle et structurale de la relation Orthoptères-végétation. *Ecologie*. 28. p. 209.
- Brustel, H. (2012). Polytrap 2010: new "soft design" window flight trap for saproxylic beetles. Saproxylic beetles. *Europe: monitoring, biology and conservation. Short note. Studia Forestalia Slovenica, Professional and Scientific Works*. 137. p. 91-92.
- Burgio, G., et Sommaggio, D. (2007). Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. *Agriculture, ecosystems et environment*, 120. p. 416-422.

- Burgio, G., Sommaggio, D., Marini, M., Puppi, G., Chiarucci, A., Landi, S., ... et Masetti, A. (2015). The influence of vegetation and landscape structural connectivity on butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea), carabids (Coleoptera: Carabidae), syrphids (Diptera: Syrphidae), and sawflies (Hymenoptera: Symphyta) in Northern Italy farmland. *Environmental entomology*, 44. 1299-1307.
- Carrière, P. (2007) : "Fonctionnement de l'écosystème prairial pâturé", 33e J. Rech. *Equine, les Haras Nationaux. Paris, 8 mars.* p. 215- 230.
- Castella, E., Speight MCD et Sarthou JP. (2008). L'envol des syrphes. *Espaces naturels, Aten*, n°21. p. 22-23.
- Cédric Vanappelghem, Raphaël Vandeweghe, Nicolas Debaive, Jocelyn Claude, Cyrille Dussaix, Joseph Garrigue, Simon Gaudet, Dominique Langlois, Gregory Maillet, Véronique Sarthou, Jean Pierre Sarthou, Aurélie Soissons, Martin Speight, Bruno Tissot, Damien Top, Sylvie Tourdiat et Anne Vallet (2020). Guide technique de mise en œuvre d'une étude Syrph the Net Retours d'expérience de l'Atelier du groupe inter-réseaux Syrphes. Réserves naturelles de France. p.124.
- CERPAM (2013). Diagnostic pastoral de l'alpage des Combes, commune de Puy Saint-André. p.49.
- Chadwick, M. J. (1960). *Nardus stricta* L. *The Journal of Ecology*. p. 255-267.
- Chinery M. et Cuisin M. (1994). Les papillons d'Europe («Rhopalocères» et Hétérocères diurnes). *Delachaux et Niestlé*. Lausanne. p. 323.
- Claude J., Decoin R. et Tissot B., (2020). *Diagnostic écologique de la forêt de Praroussin (Abriès – Ristol, 05) par la méthode « Syrph the Net »*, Rapport d'étude pour le Parc naturel régional du Queyras, Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray, Labergement Sainte Marie. p. 13 p + annexes.
- Collin P. (2006). L'azuré : revue spéciale pâturage. Réserves naturelles de Franche-comté. p.19.
- Crawley M.J. (1997) : *Plant Ecology*, 2nd ed. Oxford, *Blackwell Science*. p.238.
- Demerges, D., et Bachelard, P. (2002). Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les «Rhopalocères» et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. *Réserves Naturelles de France et Office Pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon, Quétigny, France*. p.29.
- Dethier, M., Haenni, J. P., et Matthey, W. (1984). *Les diptères d'une pelouse alpine au Parc National Suisse*. Verlag nicht ermittelbar. p.6.
- Devillers P, Devillers-Terschuren J, Ledant JP (1991) *Corine biotopes manual, habitats of the European community. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg*.
- Dorioz, J. M. (1998). Alpines, prairies et pâturages d'altitude: l'exemple du Beaufortain. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. p. 33-42.
- Dor, C. et Maillet-Mezeray, J. (2011). Méthodologie de suivi des entomophages. Les entomophages en grandes cultures: diversité, service rendu et potentialités des habitats. p.70.
- Dumont B., Farruggia A., Garel J-P., Bachelard P., Boitier E., Frain M. (2009) : "How does grazing intensity influence the diversity of plants and insects in a species-rich upland grassland on basalt soils?". *Grass and Forage Sci.* 64. p. 92-105.
- 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. p.57.
- Dusacq, M. (2019). Orthoptères et papillons de jour : évaluer les effets du pâturage et du changement climatique. Conservatoire d'Espace Naturel PACA. p.44.

- Dusoulier, F. (2002). Les insectes peuvent-ils servir de bio-indicateurs climatiques? L'exemple des Orthoptères en Bretagne. *Association internationale de climatologie*. 14. p. 245-252.
- Dusoulier, F. (2003). La compréhension des dynamiques spatio-temporelles chez les Orthoptères: la biohistoire au secours des naturalistes. *Symbioses, nouvelle série*. 17. p.17.
- Ekroos, J., Piha, M., et Tiainen, J. (2008). Role of organic and conventional field boundaries on boreal bumblebees and butterflies. *Agriculture, Ecosystems et Environment*, 124. p.155-159.
- Ester A.J., Bergman M., Iason G.R., Moen J. (2006). Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics, Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation, Danell K., Duncan P., Bergström R., Pastor J. *Cambridge University Press*. p.97-141.
- Fiers, V. (2004). Guide pratique : Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité, RNF. Quetigny. p. 363.
- Fleurance, G., Duncan, P., Farruggia, A., Dumont, B., et Lecomte, T. (2011). Impact du pâturage équin sur la diversité floristique et faunistique des milieux pâturés. *Fourrages*, 207, 189-199.
- Gaston, K. J. (2000). Biodiversity: higher taxon richness. *Progress in Physical Geography*, 24. p.117-127.
- Good, J. A., et Speight, M. C. D. (1996). Saproxylic invertebrates and their conservation throughout Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Council of Europe, Strasbourg.
- Gueguen, A. (1990). Impact du pâturage ovin sur la faune sauvage: exemple des Orthoptères. p.42.
- Guéguen, A., et Vannier, G. (1994). Point d'abaissement cryoscopique des œufs d'Orthoptères: relation avec l'altitude. *Ecologie*. 25. p. 39.
- Guéguen-Genest, M. C., et Guéguen, A. (1987). Effet du pâturage ovin sur la dynamique de population du criquet de Sibérie *Gomphocerus sibiricus* Finot Orthoptère, acrididae dans une formation pâturée d'altitude. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 3, Sciences de la vie*, 304. p. 443-445.
- Höchtel, F., Lehringer, S. and Konold, W. (2005). Wilderness : What it means when it becomes a reality - A case study from the southwestern Alps. *Landscape and Urban Planning*. 70. p. 85–95.
- Hunsaker, C. T. and Levine, D. A. (1995). Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers. *BioScience*. 45. p. 193–203.
- Hurlbert, S. H. (1971). The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*. 52. p. 577-586.
- 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. p. 107.
- Jouglet, J. P. (1999). Les végétations des alpages des Alpes françaises du Sud: guide technique pour la reconnaissance et la gestion des milieux pâturés d'altitude. *Editions Quae*. p. 205.
- Jussiau, R., Montméas, L., et Parot, J. C. (1999). *L'Élevage en France: 10 000 ans d'histoire*. *Educagri Editions*. p.539.
- Kleijn, D., et Van Langevelde, F. (2006). Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology*. 7. p. 201-214.

- Kruess, A., et Tscharrntke, T. (2002). Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological conservation*, 106. p. 293-302.
- Kuussaari, M., Heliölä, J., Pöyry, J., et Saarinen, K. (2007). Contrasting trends of butterfly species preferring semi-natural grasslands, field margins and forest edges in northern Europe. *Journal of Insect Conservation*, 11. p.351-366.
- Lafranchis, T. (2014). Papillons de France : Guide de détermination des papillons diurnes. Diatheo. p.351.
- Lafranchis, T. (2015). La vie des papillons. Ecologie, biologie et comportement des «Rhopalocères» de France. Diatheo. 753 p.
- Lafranchis, T. (2021). Papillons de France : Guide de détermination des papillons diurnes. Diatheo. p.364.
- Lichtenberger, E. (1994). Die Alpen in Europa. Österreichische Akademie der Wissenschaften. *Veröffentlichungen der Kommission für Humanökologie*. 5. p.53-86.
- Loiseau P., Alvarez G., Martin C., Duparque A. (2002). Fonctionnement de l'écosystème prairial et environnement : le rôle des cycles biogéochimiques. *Agriculture et produits alimentaires de Montagne, Actes du colloque INRA-ENITAC*. p. 47-51.
- LPO PACA (2021). Plan de gestion n°2 de la Réserve Naturelle Régionale des Partias 2021-2030. p.132 + Annexes.
- Lumaret, J. P. (2010). Pastoralismes et entomofaune. *Association française de pastoralisme*.
- MacDonald, D., Crabtree, J. R., Wiesinger, G., Dax, T., Stamou, N., Fleury, P., Gutierrez Lazpita, J. and Gibon, A. (2000). Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*. 59. p. 47–69.
- Malaise, R. (1937). A new insect-trap. *Entomologisk tidskrift*, 58, 148-160.
- Marion, B. (2010). Impact du pâturage sur la structure de la végétation: Interactions biotiques, traits et conséquences fonctionnelles. Thèse de doctorat. Université Rennes 1. p.236.
- Marston, R. A. (2008). Land, Life, and Environmental Change in Mountains Land'. *Annals of the Association of American Geographers*. N°93. p. 507–520.
- Meyer, B., Jauker, F., et Steffan-Dewenter, I. (2009). Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. *Basic and Applied Ecology*, 10. p.178-186.
- Moris, J. R. (1967). Farmer training as a strategy of rural development. Makerere University College Faculty of Agriculture.
- Nageleisen, L. M., et Bouget, C. (2009). L'étude des insectes en forêt: méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail «Inventaires Entomologiques en Forêt». p.144.
- Öckinger E., Eriksson A.K., Smith H.G. (2006). Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biological Conservation*. p. 291-300.
- Pollar D, Yates T.J. (1993). Monitoring Butterflies for ecology and conservation. Ed. Chapman et Hall. p.274.
- Quétier, F. (2006). Vulnérabilité des écosystèmes semi-naturels européens aux changements d'utilisation des terres. Académie de Montpellier. p.154.

- Rakotomalala Z. (2004). Analyses phylogénétiques des variations intra- et inter-spécifiques au sein de deux genres de lépidoptères (Rhopalocera et Heterocera). dEA environnement, chimie et santé. Université de Provence. p.34.
- Rutherford, G. N., Bebi, P., Edwards, P. J. et Zimmermann, N. E. (2008). Assessing land-use statistics to model land cover change in a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological Modelling*, 212. p. 460-471.
- Sardet, E., Christian R., et Yoan B. (2015). Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. *Coll. Cahiers d'identification. Biotope*, Mèze (France). p.304.
- Sarthou, J. P. (1996). Contribution à l'étude systématique, biogéographique et agroécocénétique des Syrphidae (Insecta. Diptera) du Sud-Ouest de la France (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT). p.251.
- Sarthou V. et Sarthou J.P. (2010). Évaluation écologique d'écosystèmes forestiers de Réserves Naturelles de Haute-Savoie à l'aide des Diptères Syrphidés. – *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Syrph the Net publications, Dublin. 68. p.131.
- Sartorello, Y., Pastorino, A., Bogliani, G., Ghidotti, S., Viterbi, R., and Cerrato, C. (2020). The impact of pastoral activities on animal biodiversity in Europe: A systematic review and meta-analysis. *Journal for Nature Conservation*. 56.
- Schermer, M., Darnhofer, I., Daugstad, K., Gabillet, M., Lavorel, S. and Steinbacher, M. (2016). Institutional impacts on the resilience of mountain grasslands : An analysis based on three European case studies. *Land Use Policy*. 52. p. 382–391.
- Sekar, S. (2012). A meta-analysis of the traits affecting dispersal ability in butterflies: can wingspan be used as a proxy?. *Journal of Animal Ecology*. 81. p. 174-184.
- Selmi, A. (2007). L'ouvert, le propre et le fermé. Trois catégories pour qualifier le paysage dans les Alpes du Nord. *Cahiers d'anthropologie sociale*. 1. p. 13-29.
- Simberloff, D. (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. *Biological conservation*. 83. p. 247-257.
- Sommaggio, D. (1999). Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators?. *Agriculture, ecosystems et environment*. 74. p. 343-356.
- Speight, M.C.D. (1986). Criteria for the selection of insects to be used as bioindicators in nature conservation research. *Velthuis, H.H.W. Proc. 3rd European Congress of Entomolog*. Amsterdam, p. 485–488.
- Speight, M. C. D., Good, J. A., et Sarthou, J. P. (2000). Impact of farm management operations on European Syrphidae (Diptera): Species of the Atlantic, Continental et Northern Regions. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*. Dublin, Ireland: *Syrph the Net Publications*.
- Speight, M. C., et Castella, E. (2005). Assessment of subalpine grassland and heath sites in Haute-Savoie using Syrphidae (Diptera). *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*. 46. p. 37.
- Speight M. C. D., Castella E. and Sarthou V. (2015). Base de Données StN: Contenu et Glossaire des termes. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Syrph the Net publications, Dublin
- Speight M. C. D., Castella E. and Sarthou J.-P. (2016a). *Syrph the Net on CD*, Issue 11.
- Speight M. C. D. and Castella E. (2016b). StN Content and Glossary of terms 2016. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, Vol. 94. p. 89. Syrph the Net publications, Dublin.

Speight M. C. D. and de Courcy Williams M. (2016c). European Syrphid Genera: Portraits of representative species/ Portraits d'espèces représentatives de genres de Syrphidae Européens. Syrph the Net, the database of European.

Speight M. C. D., Withers P. et Dussaix C. (2016d). Clé StN pour la détermination des genres de Syrphidae Européens 2016 Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera). Vol. 91. p.44. Syrph the Net publications, Dublin.

Speight M. C. D. (2017a). The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), Vol. 96. p.19 Syrph the Net publications, Dublin.

Speight M. C. D. (2017b). Species accounts of European Syrphidae, 2017. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), Vol. 97. p.294. Syrph the Net publications, Dublin.

Speight M.C.D. et Castella E. (2020) *StN Database: content and glossary of terms*. In : Speight M.C.D., Castella E., Sarthou J.-P. et Monteil C. Syrph the Net. *the database of European Syrphidae*, Syrph the Net publications, Dublin. Vol. 61. p.83.

Speight, M. C. D., et Castella, E. (2020). StN Content and Glossary of terms 2020. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), 94. p. 1-89.

Speight, M. C. D. (2021). The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*. Syrph the Net publications, Dublin. p.99.

Tappeiner, U., Tasser, E., Leitinger, G., Cernusca, A. and Tappeiner, G. (2008). Effects of historical and likely future scenarios of land use on above and belowground vegetation carbon stocks of an Alpine valley. *Ecosystems*. 11. p. 1383–1400.

Tarrier, M. (2001). Les Zygènes de l'Anti-Atlas marocain: découvertes, inventaire commenté et bio-indication. *Bulletin de la Société entomologique de France*. 106. p.163-172.

Tasser, E., Mader, M. and Tappeiner, U. (2003). Effects of land use in alpine grasslands on the probability of landslides. *Basic and Applied Ecology*. p. 271–280.

Tatin, L., Dutoit, T., et Feh, C. (2000). Impact du pâturage par les chevaux de Przewalski (*Equus przewalskii*) sur les populations d'Orthoptères du Causse Méjean (Lozère, France). *Revue d'écologie*. p.12.

Thomas, J. A., Simcox, D. J., Wardlaw, J. C., Elmes, G. W., Hochberg, M. E., et Clarke, R. T. (1998). Effects of latitude, altitude and climate on the habitat and conservation of the endangered butterfly *Maculinea arion* and its *Myrmica* ant hosts. *Journal of Insect Conservation*. 2. p. 39-46.

Tissot B., Claude J. et Speight M., (2018). Diagnostic écologique de deux secteurs pastoraux de la réserve naturelle nationale de Ristolas - Mont Viso (05) par la méthode « Syrph the Net », Rapport d'étude pour le Parc naturel régional du Queyras, Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray, Labergement Sainte Marie. p.27 + annexes.

Turbé, A., De Toni, A., Benito, P., Lavelle, P., Lavelle, P., Ruiz, N., Van der Putten, W. H., Labouze, E. and Mudgal, S. (2010). Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. *Bio Intelligence Service*, IRD, and NIOO, Report for European Commission.

Van Veen. M.P. (2014). Hoverflies of Northwest Europe: Identification Keys to the Syrphidae. *KNNV Uitgeverij*. p. 232.

Vanappelghem, C. (2011). Inventorier les syrphes pour évaluer l'état de conservation d'un milieu. *Espaces naturels*. p.33.

Voisin J.-F. (1980). Réflexion à propos d'une méthode simple d'échantillonnage des peuplements d'Orthoptères en milieu ouvert. *Acrida*. p. 159-170.

Vrba, P., Nedvěd, O., et Konvička, M. (2014). Contrasting supercooling ability in lowland and mountain European Colias butterflies. *Journal of Entomological Science*. 49. p. 63-69.

Wallis De Vries M.F., Parkinson A.E., Dulphy J-P., Sayer M., Diana E. (2007) : "Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity", *Grass and Forage Sci*. 662. p.185-197.

Zimmermann, P., Tasser, E., Leitinger, G. and Tappeiner, U. (2010). Effects of land-use and land-cover pattern on landscape-scale biodiversity in the European Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 139. p. 13–22.

Sitographie

GéoEco. (/2016). Syrph the Net Interactive. Version 2. [Logiciel numérique]. Récupéré auprès du Groupe Inter-réseaux Syrphes.

LPO PACA. Portail-visionature. Base de données faune-paca. [<https://www.faune-paca.org/index.php>].

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H. (2015). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.2-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Annexes

Annexe 1 - Présentation de la structure d'accueil	1
Annexe 2 - Affiche de sensibilisation créée à l'occasion de l'étude	2
Annexe 3 - Quartiers de l'Alpage des Combes dans la Réserve	3
Annexe 4 - Stratégie d'échantillonnage 2021 RNR des Partias	4
Annexe 5 - Carte des habitats StN de la RNR des Partias	5
Annexe 6 - Liste des groupes taxonomiques triés	6
Annexe 7 - Liste des espèces de syrphes capturées entre le 04/06/21 et le 02/08/2021 avec leur présence par tente Malaise sur la RNR des Partias et leur statut de conservation à l'échelle nationale	7
Annexe 8 - Liste des espèces de «Rhopalocères» et de Zygènes contactées durant les trois sessions d'échantillonnage de 2021	13
Annexe 9 - Liste des espèces d'Orthoptères contactées durant les deux premières sessions de 2021 avec leur abondance par transect	14
Annexe 10 - Analyse StN des habitats non-cibles	15
Annexe 11 - Article de presse valorisant les suivis scientifiques de la RNR des Partias ...	16
Annexe 12 - Ensemble des tâches réalisées pendant le stage, leur chronologie avec leur proportion relative	17
Annexe 13 – Planning des activités à réaliser pour mener à bien l'étude	18
Annexe 14 - Début de rédaction de l'article pour "Oiseaux mag".....	19



Annexe 1 - Présentation de la structure d'accueil

La ligue pour la Protection des Oiseaux

Provence-Alpes-Côte d'Azur



L'ASSOCIATION

C'est une association de protection de la nature locale à but non lucratif, de La LPO France. La LPO PACA a été créée en 1998 et est présente sur toute la région, grâce à des groupes locaux de bénévoles. C'est 400 bénévoles qui sont impliqués dans l'Association.

MISSIONS DE LA LPO PACA

- Produire de la connaissance sur les écosystèmes et les espèces
- Agir sur le territoire pour préserver et valoriser les espaces naturels, ainsi que valoriser l'éco-citoyenneté sur tous les départements
- Sensibiliser en éduquant et formant le plus grand nombre de personnes à la préservation de la biodiversité.
- Mobiliser les citoyens, les entreprises et les collectivités pour qu'ils deviennent acteurs et participent activement à la préservation de la biodiversité.



L'ÉQUIPE DE LA LPO PACA

L'association est composée de 12 administrateurs et de deux directeurs.rices (Amine FLITTI et Magali GOLIARD).

L'équipe de salariés se décompose selon 5 pôles : l'Administration ; La vie associative ; l'Éducation et la formation ; La conservation de la nature ; le centre de sauvegarde de la faune sauvage. Le tout représentant 30 salariés. Les services civiques et les stagiaires viennent compléter l'équipe.



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
Provence-Alpes-Côte d'Azur

ICI NOUS ÉTUDIONS LES SYRPHEs DE LA RÉSERVE NATURELLE !

Mais c'est quoi un syrphe ?

Les syrphes sont des mouches qui sont, en partie, reconnaissables à leur étrange ressemblance avec des abeilles ou des guêpes mais ce sont bien des mouches !



Les syrphes adultes sont remarquablement rapides et ont l'aptitude de pratiquer le vol stationnaire.

Pourquoi les étudier ?

Les syrphes sont bio-indicateurs, c'est-à-dire, qu'ils renseignent sur l'état de santé des habitats naturels. Ainsi, en fonction des espèces trouvées, il sera possible de savoir si notre habitat est en bonne santé ou non.

Toutefois, pour des raisons de détermination des espèces, il est indispensable de procéder au prélèvement de quelques individus (comme vous pouvez le voir juste devant vous).

POUR PROTÉGER, IL FAUT CONNAÎTRE !

Contact : LPO PACA - 04.89.29.72.71



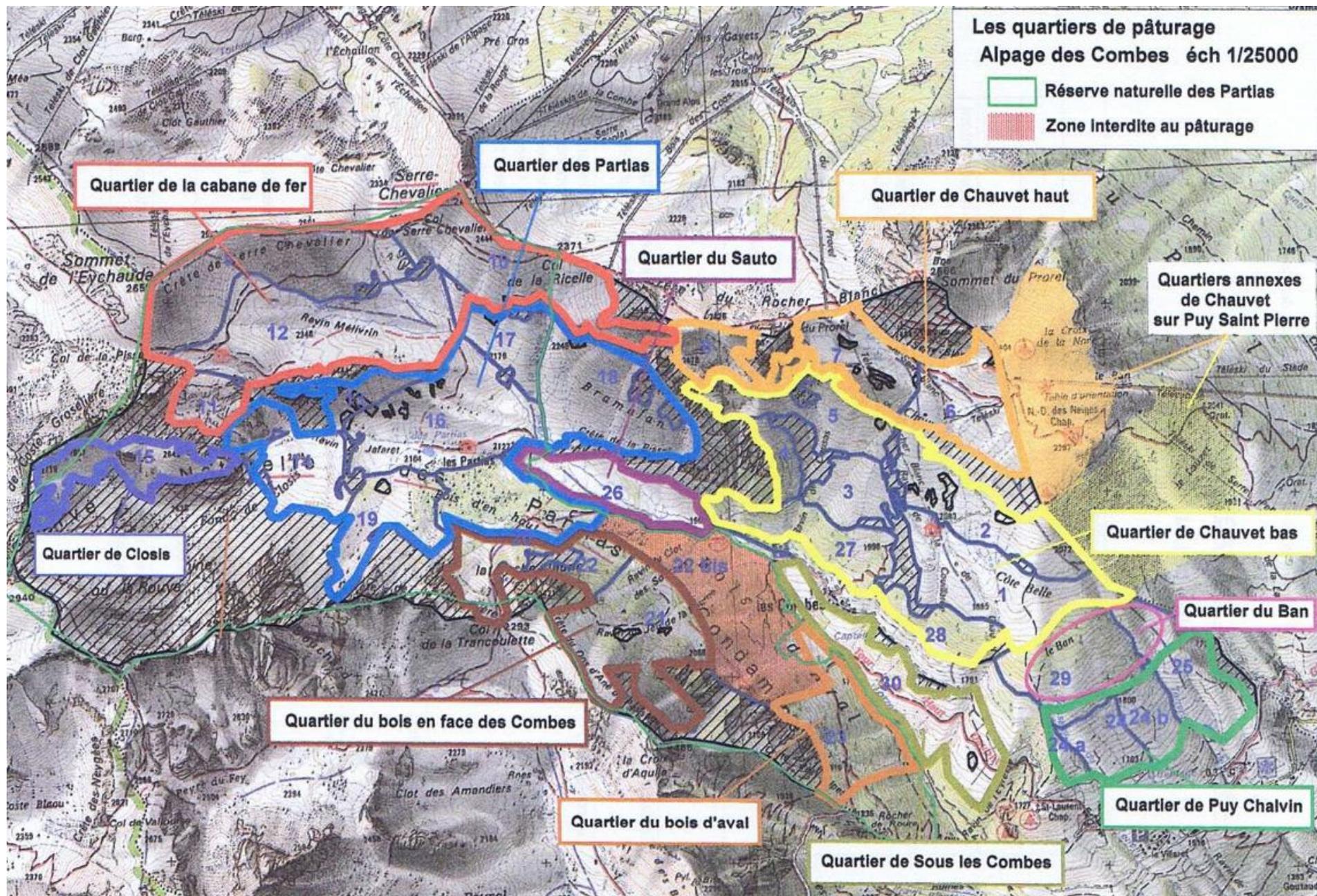
AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
Provence-Alpes-Côte d'Azur



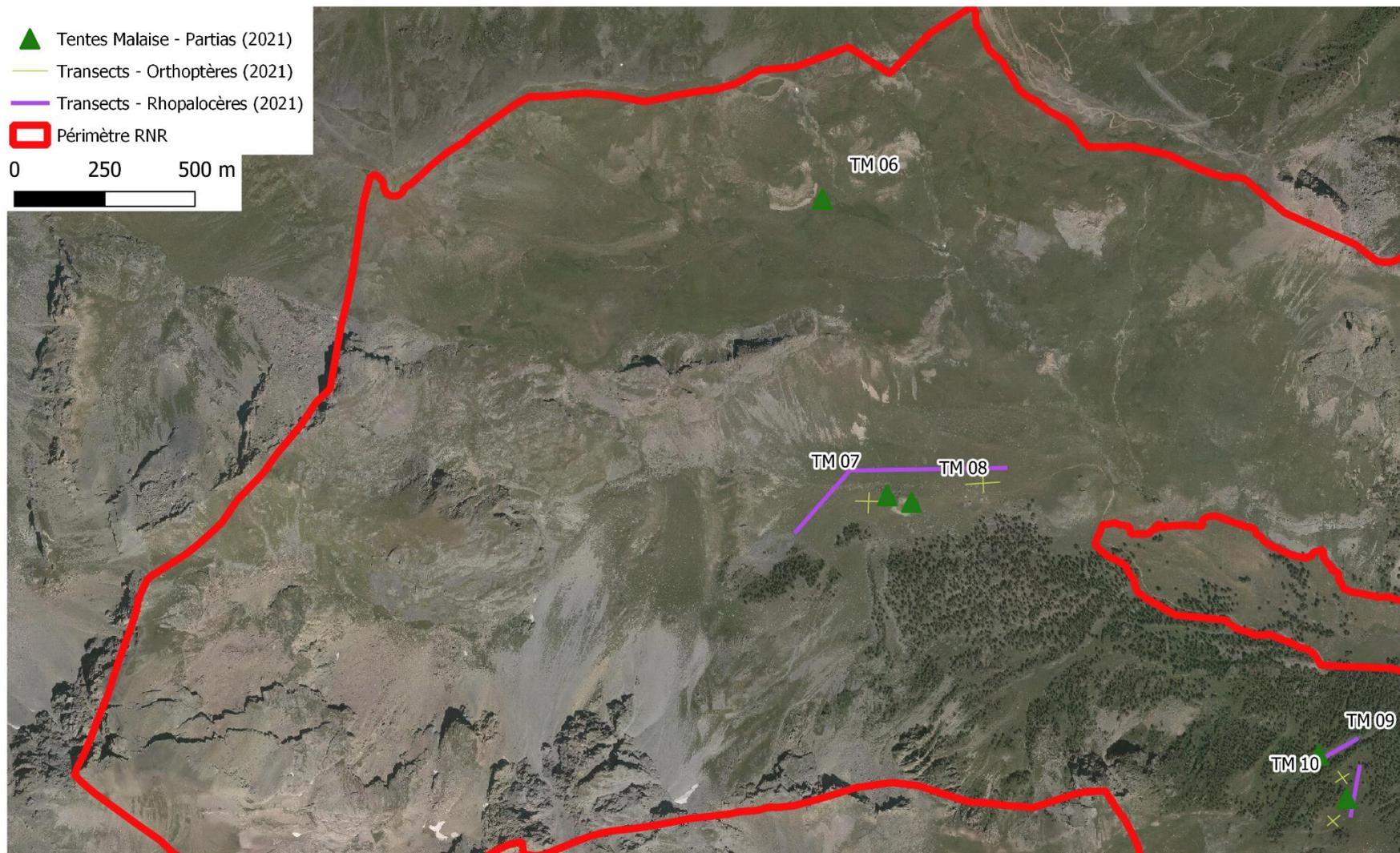
Réserve Naturelle Régionale
PARTIS



Annexe 3 - Quartiers de l'Alpage des Combes dans la Réserve



Annexe 4 - Stratégie d'échantillonnage 2021 RNR des Partias



Réalisation : Juignet Maxime (2021) - Source : BD ORTHO - IGN (2020)

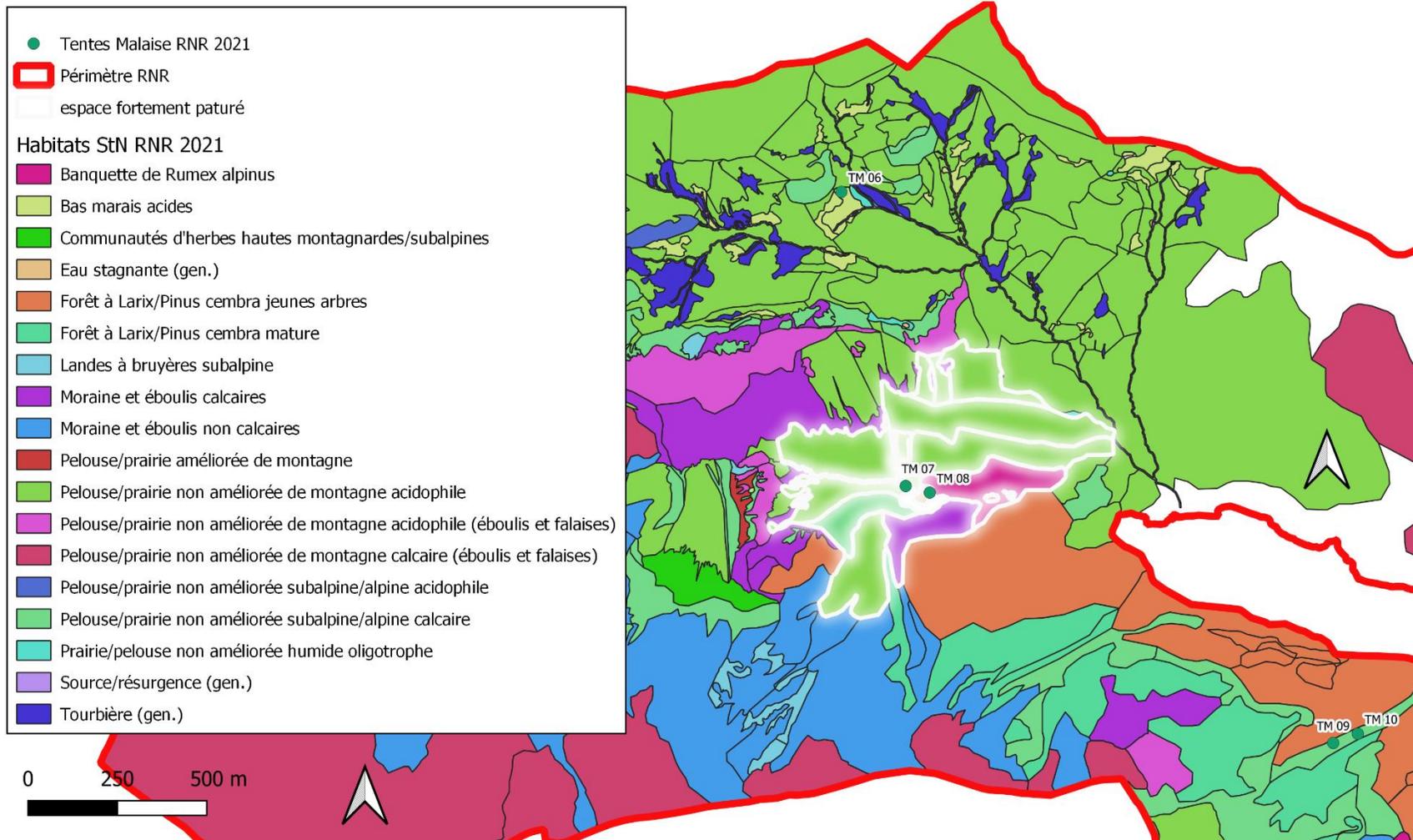


AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
Provence-Alpes-Côte d'Azur



**Stratégie d'échantillonnage mise en oeuvre sur la
RNR des Partias en 2021**

Annexe 5 - Carte des habitats StN de la RNR des Partias



Réalisation : LPO PACA (2021)



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
 Provence-Alpes-Côte d'Azur

**Habitats StN de la Réserve Naturelle Régionale
 des Partias**

Annexe 6 - Liste des groupes taxonomiques triés

Groupes taxonomiques
Lepidoptera
Rhopalocera
Heterocera
Orthoptera
Coleoptera
Coccinellidae
Hymenoptera
Symphyla
Formicidae
Ichneumonidae
Sphecidae
chrysididae
Pompilidae
Vespoidea
Apoidea : Anthophila
Arachnida
Diptera
Syrphidae
Tabanidae
Asilidae
Empididae
Tephritidae
Bombyliidae
Conopidae
Sciomyzidae
Tachinidae
Stratiomyidae
Ulidiidae
Tipulidae
Hemiptera
Heteroptera
Neuroptera/Mecoptera
Plecoptera
Ephemeroptera
Trichoptera
Autres

Annexe 7 - Liste des espèces de syrphes capturées entre le 04/06/21 et le 02/08/2021 avec leur présence par tente Malaise sur la RNR des Partias et leur statut de conservation à l'échelle nationale

Espèces	Présence TM 07	Présence TM 08	Présence TM 09	Présence TM 10	Statut de conservation
<i>Cheilosia albitarsis</i>	1	0	0	0	
<i>Cheilosia alpestris</i>	0	0	1	1	Très menacé
<i>Cheilosia antiqua</i>	0	0	1	1	
<i>Cheilosia barbata</i>	0	1	1	0	
<i>Cheilosia caerulescens</i>	0	1	1	1	
<i>Cheilosia flavipes</i>	1	1	1	1	
<i>Cheilosia gagatea</i>	0	0	1	0	Diminution
<i>Cheilosia gigantea</i>	0	0	0	1	
<i>Cheilosia himantopa</i>	0	0	0	1	
<i>Cheilosia illustrata</i>	0	1	0	1	
<i>Cheilosia impressa</i>	1	0	0	0	
<i>Cheilosia impudens</i>	0	0	1	0	
<i>Cheilosia laticornis</i>	1	0	0	0	Diminution
<i>Cheilosia latifrons</i>	0	0	1	0	
<i>Cheilosia melanopa</i>	0	0	0	1	Menacé
<i>Cheilosia mutabilis</i>	0	0	0	0	
<i>Cheilosia nigripes</i>	0	0	0	0	
<i>Cheilosia pagana</i>	1	1	0	1	
<i>Cheilosia personata</i>	0	0	0	0	
<i>Cheilosia proxima</i>	1	0	1	1	
<i>Cheilosia pubera</i>	1	0	1	1	
<i>Cheilosia ranunculi</i>	0	0	1	1	
<i>Cheilosia rhynchops</i>	0	0	0	1	
<i>Cheilosia semifasciata</i>	0	1	1	1	
<i>Cheilosia soror</i>	0	0	1	0	
<i>Cheilosia urbana</i>	1	0	3	1	
<i>Cheilosia variabilis</i>	0	0	0	1	

<i>Cheilosia vernalis</i>	0	0	1	1	
<i>Cheilosia vicina</i>	0	0	1	1	
<i>Cheilosia vulpina</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum bicinctum</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum cautum</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum fasciatum</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum fasciolatum</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum festivum</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum intermedium</i>	0	0	1	1	
<i>Chrysotoxum lineare</i>	0	0	1	1	Menacé
<i>Chrysotoxum octomaculatum</i>	0	0	1	1	Diminution
<i>Chrysotoxum vernale</i>	0	0	1	1	Diminution
<i>Dasysyrphus albostriatus</i>	0	0	1	1	
<i>Dasysyrphus friuliensis</i>	0	0	1	1	
<i>Dasysyrphus paxillus</i>	0	0	1	1	
<i>Dasysyrphus pinastri</i>	0	0	1	1	
<i>Dasysyrphus venustus</i>	0	0	0	1	
<i>Epistrophe diaphana</i>	0	0	1	0	
<i>Epistrophe eligans</i>	2	0	1	1	

<i>Epistrophe leiophthalma</i>	0	0	1	0	
<i>Episyrphus balteatus</i>	0	1	1	1	
<i>Eriozona syrphoides</i>	0	0	0	0	
<i>Eristalis arbustorum</i>	1	0	1	0	
<i>Eristalis horticola</i>	0	0	1	1	
<i>Eristalis nemorum</i>	0	0	1	1	
<i>Eristalis pertinax</i>	0	0	1	1	
<i>Eristalis picea</i>	0	0	1	0	Menacé
<i>Eristalis rupium</i>	0	0	1	1	
<i>Eristalis similis</i>	1	0	0	0	
<i>Eristalis tenax</i>	1	0	1	1	
<i>Eumerus tarsalis</i>	0	1	1	1	
<i>Eupeodes bucculatus</i>	0	0	1	1	Diminution
<i>Eupeodes corollae</i>	1	0	0	1	
<i>Eupeodes latifasciatus</i>	1	0	0	1	
<i>Eupeodes luniger</i>	0	1	1	0	
<i>Eupeodes nielseni</i>	0	0	1	1	
<i>Eupeodes nitens</i>	0	0	0	0	
<i>Helophilus pendulus</i>	1	1	0	0	
<i>Helophilus trivittatus</i>	0	1	1	0	
<i>Lapposyrphus lapponicus</i>	0	0	1	0	
<i>Mallota cimbiciformis</i>	0	0	1	0	
<i>Melangyna quadrimaculata</i>	0	0	1	1	
<i>Melangyna umbellatarum</i>	0	0	0	0	
<i>Melanogaster nuda</i>	0	0	1	1	

<i>Melanostoma mellinum</i>	1	1	1	0	
<i>Melanostoma scalare</i>	1	0	1	1	
<i>Meligramma cincta</i>	1	1	1	0	
<i>Meligramma cingulata</i>	1	1	0	0	
<i>Meligramma guttata</i>	0	1	1	1	Diminution
<i>Meliscaeva auricollis</i>	0	0	1	1	
<i>Merodon aeneus</i>	1	1	1	1	
<i>Merodon cinereus</i>	0	0	1	1	
<i>Merodon equestris</i>	0	0	0	2	Menacé
<i>Merodon flavus</i>	0	1	0	1	
<i>Merodon moenium</i>	0	1	1	1	Diminution
<i>Merodon rufus</i>	0	1	1	0	
<i>Microdon analis</i>	0	0	0	0	
<i>Microdon mutabilis</i>	0	0	0	0	
<i>Neoascia annexa</i>	0	0	1	1	
<i>Neoascia podagrica</i>	0	1	0	1	
<i>Paragus bicolor</i>	0	0	1	1	
<i>Paragus constrictus</i>	0	0	0	2	
<i>Paragus haemorrhous</i>	0	0	1	1	
<i>Parasyrphus vittiger</i>	0	0	1	1	
<i>Parhelophilus versicolor</i>	0	0	0	1	
<i>Pipizella annulata</i>	0	0	1	1	
<i>Pipizella calabra</i>	0	0	1	1	
<i>Pipizella divicoi</i>	1	0	0	0	
<i>Pipizella maculipennis</i>	0	0	1	1	

<i>Pipizella pennina</i>	1	0	0	1	
<i>Pipizella viduata</i>	0	0	1	1	
<i>Platycheirus albimanus</i>	1	1	1	3	
<i>Platycheirus amplus</i>	0	0	0	0	
<i>Platycheirus angustatus</i>	0	0	1	1	Menacé
<i>Platycheirus angustipes</i>	1	0	0	1	
<i>Platycheirus brunnifrons</i>	0	0	1	1	
<i>Platycheirus clypeatus</i>	0	0	1	1	
<i>Platycheirus discimanus</i>	0	0	0	0	
<i>Platycheirus manicatus</i>	1	1	1	1	
<i>Platycheirus melanopsis</i>	1	1	0	1	Diminution
<i>Platycheirus occultus</i>	0	0	1	0	
<i>Platycheirus podagratus</i>	0	1	0	1	
<i>Platycheirus tatricus</i>	0	0	1	1	
<i>Rhingia campestris</i>	0	0	1	1	
<i>Scaeva dignota</i>	0	0	1	0	
<i>Scaeva pyrastris</i>	1	1	1	1	
<i>Scaeva selenitica</i>	0	0	0	0	
<i>Sericomyia bombiforme</i>	0	0	1	1	Diminution
<i>Sphaerophoria bankowskiae</i>	0	0	1	1	

<i>Sphaerophoria batava</i>	0	0	1	1	
<i>Sphaerophoria infuscata</i>	0	0	1	1	
<i>Sphaerophoria interrupta</i>	0	0	1	1	
<i>Sphaerophoria scripta</i>	1	0	1	1	
<i>Sphaerophoria taeniata</i>	0	0	1	1	
<i>Sphaerophoria virgata</i>	0	0	1	1	
<i>Syrpitta pipiens</i>	0	0	1	1	
<i>Syrphus ribesii</i>	1	0	0	0	
<i>Syrphus torvus</i>	0	0	0	1	
<i>Volucella bombylans</i>	1	0	1	1	
<i>Volucella inflata</i>	0	0	1	1	
<i>Volucella pellucens</i>	0	1	1	1	

1

Annexe 8 - Liste des espèces de «Rhopalocères» et de Zygènes contactées durant les trois sessions d'échantillonnage de 2021

Espèces	Espèces
<i>Aglais urticae</i>	<i>Lasiommata petropolitana</i>
<i>agriades glandon</i>	<i>Leptidae sinapis</i>
<i>Albulina orbitulus</i>	<i>Lycaena hippothoe</i>
<i>Anthocaris cardamines</i>	<i>Lycaena tityrus subalpinus</i>
<i>Aporia crataegi</i>	<i>Lycaena virgaureae</i>
<i>Argynis adippe</i>	<i>Lysandra bellargus</i>
<i>Argynis paphia</i>	<i>Lysandra coridon</i>
<i>Aricia agestis</i>	<i>Melitaea celadussa</i>
<i>Aricia agestis / artaxerxes</i>	<i>Melitaea cinxia</i>
<i>Aricia artaxerxes</i>	<i>Melitaea diamina</i>
<i>Aricia nicias</i>	<i>Melitaea didyma</i>
<i>Boloria dia</i>	<i>Melitaea parthenoides</i>
<i>Boloria euphrosyne</i>	<i>Melitaea varia</i>
<i>Boloria napaea</i>	<i>Ochlodes sylvanus</i>
<i>Boloria pales</i>	<i>Papilio machaon</i>
<i>Boloria titania</i>	<i>Parnassius apollo</i>
<i>Brenthis daphne</i>	<i>Parnassius mnemosyne</i>
<i>Callophrys rubi</i>	<i>Phengaris arion</i>
<i>Carcharodus floccifera</i>	<i>Pieris brassicae</i>
<i>Coenonympha gardetta</i>	<i>Pieris bryoniae</i>
<i>Coenonympha pamphilus</i>	<i>Pieris napi</i>
<i>Colias alfacariensis / hyale</i>	<i>Pieris rapae</i>
<i>Colias crocea</i>	<i>Plebejus argus</i>
<i>Colias palaeno</i>	<i>Plebejus idas</i>
<i>Colias phicomone</i>	<i>Plebejus optilete</i>
<i>Cupido minimus</i>	<i>Polyommatus thersites</i>
<i>Cupido osiris</i>	<i>Polyommatus amandus</i>
<i>Cyaniris semiargus</i>	<i>Polyommatus damon</i>
<i>Erebia aethiops</i>	<i>Polyommatus dorylas</i>
<i>Erebia albergana</i>	<i>Polyommatus eros</i>
<i>Erebia cassioides</i>	<i>Polyommatus icarus</i>
<i>Erebia euryale</i>	<i>Pontia callidice</i>
<i>Erebia gorge</i>	<i>Pygus alveus</i>
<i>Erebia mnestra</i>	<i>Pyrgus cacaliae</i>
<i>Erebia pharte</i>	<i>Pyrgus malvoides</i>
<i>Erebia triarius</i>	<i>Pyrgus serratulae</i>
<i>Erynnis tages</i>	<i>Speyeria aglaja</i>
<i>Euchloe simplonia</i>	<i>Thymelicus lineola</i>
<i>Eumedonia eumedon</i>	<i>Vanessa atalanta</i>
<i>Euphydryas aurinia</i>	<i>Vanessa cardui</i>
<i>Euphydryas cynthia</i>	<i>Zygaena cynarae</i>
<i>Fabriciana adippe</i>	<i>Zygaena filipendulae</i>
<i>Fabriciana niobe</i>	<i>Zygaena loti</i>
<i>Gonepteryx rhamni</i>	<i>Zygaena romeo</i>
<i>Hamearis lucina</i>	<i>Zygaena transalpina</i>
<i>Iphiclides podalirius</i>	
<i>Lasiommata maera</i>	

Annexe 9 - Liste des espèces d'Orthoptères contactées durant les deux premières sessions de 2021 avec leur abondance par transect

Espèces	Total T05	Total T07	Total T06	Total T08
<i>Aeropedellus variegatus</i>	0	13	0	0
<i>Anonconotus alpinus</i>	1	17	4	16
<i>Anonconotus sp</i>	4	4	0	0
<i>Antaxius pedestris</i>	0	0	2	0
<i>Bicolorana bicolor</i>	0	0	8	0
<i>Chorthippus apricarius</i>	9	14	22	5
<i>Gomphocerippus biguttulus</i>	7	2	0	0
<i>Chorthippus vagans vagans</i>	0	2	0	2
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	16	90	14
<i>Ephippiger diurnus diurnus</i>	0	0	6	0
<i>Gomphocerus sibiricus</i>	0	11	8	11
<i>Leptophyes punctatissima</i>	0	0	2	0
<i>Melanoplus frigidus</i>	0	0	5	1
<i>Metrioptera saussuriana</i>	0	0	0	2
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	0	0	5	0
<i>Oedipoda germanica</i>	0	6	9	6
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	0	2	0	0
<i>Omocestus viridulus</i>	10	11	2	1
<i>Orthoptera sp.</i>	70	90	60	20
<i>Platycleis albopunctata albopunctata</i>	0	0	4	2
<i>Podisma pedestris pedestris</i>	0	8	0	8
<i>Polysarcus denticauda</i>	0	0	0	1
<i>Pseudochorthippus parrallelus</i>	0	0	5	0
<i>Psophus stridulus stridulus</i>	0	2	2	2
<i>Stauroderus scalaris</i>	18	53	53	35
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	0	0	2	0
<i>Stethophyma grossum</i>	2	4	0	2
<i>Tettigonia cantans</i>	0	2	2	2
<i>Tettigonia viridissima</i>	0	0	5	0
TOTAL	123	257	296	130

Annexe 10 - Analyse StN des habitats non-cibles

- Feuillus épars en milieux ouverts

Cet habitat a été décrit au sein du secteur non pâturé. Dans cette zone, quelques feuillus (Aulne, Noisetier, etc.) diffus ou légèrement agglomérés ont été notés. Ces arbres sont considérés comme matures ou surmatures. Ils se développent au sein de quelques légères dépressions humides, généralement en bas de pente..

L'intégrité de cet habitat est très bon à ce stade de l'étude (70%). Dix espèces ont été prédites et sept sont observées. Trois seulement sont manquantes. Il est possible qu'elles soient contactées d'ici la fin de l'étude (*Doros profuges*, *Epistrophe nitidicolis*, *Syrphus vitripennis*). Au vu du cortège déjà présent, aucun dysfonctionnement n'est constaté. En effet, l'ensemble de ces espèces sont caractéristiques de la strate arborée et/ ou arbustive des vieux arbres. Leur présence semble indiquer qu'une grande diversité de micro-habitats forestiers est assurée (e.g. coulée de sève, écorce d'arbres, cavités dans les troncs, etc.), comme le montre l'observation de *Volucella inflata*.

- Pinède montagnarde mature

Cet habitat est présent dans le secteur non pâturé. Cette zone est également caractérisée par une belle forêt de mélèzes, mélangé à du *Pinus cembra*, à proximité du site d'étude. Cette forêt subalpine comprend de nombreuses zones ouvertes avec une végétation arbustive imposante.

L'intégrité écologique est moyenne (50%). 36 espèces sont prédites et 18 sont au rendez-vous. 18 sont manquantes. Bien que ces espèces peuvent encore être recensées, une tendance se dessine vis-à-vis des espèces manquantes. Il semblerait que ces espèces soient liées aux vieilles pinèdes, présentant une diversité de micro-habitats. Cette pinède a longtemps été pâturée. L'abandon de cette activité pourrait expliquer l'absence de certains micro-habitats. Par exemple, *Xylota sylvarum* ou *Xylota segnis* sont deux espèces se développant dans les coulées de sèves, dans les arbres particulièrement matures, les cavités des troncs ou les souches. Le pâturage agissait comme une activité entretenant le site et laissait peu de place au développement de vieux arbres. Pareillement pour certaines espèces se développant dans la strate arbustive de ces pinèdes. A l'avenir, ces espèces devraient pouvoir se développer. La litière forestière semble également particulièrement impactée, avec dix espèces sur les 18 manquantes et inféodées à ce micro-habitat. Le pâturage pourrait encore expliquer leur absence, du fait de l'exploitation passée de cette zone. La litière pourrait être encore endommagée, mais devrait pouvoir se régénérer avec le temps.

- Moraine et éboulis

Cet habitat est présent dans le secteur pâturé. Cette zone connaît la présence de certains éboulis en pente très forte dans les pourtours de l'échantillonnage. Il est caractérisé par des éboulis et des moraines glaciaires, calcaires et non calcaires, avec un peu de végétation pionnière. L'intégrité écologique mesurée est très faible (29%), pour sept espèces prédites, deux au rendez-vous et cinq manquantes. Il est impossible d'émettre des conclusions écologiques sur cet habitat, car il est souvent très difficile de pouvoir détecter les espèces qui vivent sur celui-ci avec le piège Malaise (volent au sol).

ALPES DU SUD

PUY-SAINT-ANDRÉ

Réserve des Partias : « Un laboratoire à ciel ouvert »

La réserve naturelle régionale des Partias recèle 99 espèces d'oiseaux, 524 espèces végétales, 24 espèces de mammifères non volants, 107 espèces de papillons de jour... Plusieurs suivis scientifiques sont menés et notamment, cette année, deux études sur les insectes.

Le groupe avance, attentif au moindre chant. Des passereaux, fauvettes à tête noire, troglodytes mignons, grives draines et muscicivores, laissent échapper des sons. Pierre Bonneau les identifie rapidement. Ce bénévole à la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO), vraie encyclopédie des oiseaux, avance à pas feutrés. À l'occasion de la fête des Partias, ce dimanche 27 juin, il encadre une randonnée à la rencontre des oiseaux alpins. La LPO cogère la réserve naturelle régionale des Partias avec la commune de Puy-Saint-André, sur laquelle se trouve la réserve.

Cette dernière compte 99 espèces d'oiseaux, 524 espèces végétales, 24 espèces de mammifères non volants, 16 chauves-souris, 107 espèces de papillons de jour, 21 orthoptères... Plusieurs suivis scientifiques ont pour objectif de compter les espèces et analyser leur évolution. « Cette année, il y a deux grosses études sur la réserve », précise Maxime Juignet, stagiaire (Master 2) en entomologie (étude des insectes). « Une première est menée



La fête des Partias a permis au public de participer à une randonnée à la rencontre des oiseaux alpins. Photo Le DL/Audrey LUNGO

par l'Inrae (institut de recherche public, NDLR). Il essaie de déterminer les entrées d'espèces exotiques envahissantes, en mettant en place divers pièges. Ils permettent de capturer les insectes qui vivent au sol, et sont indicateurs de l'état de santé des sols. » L'Inrae autofinance cette étude, en partenariat avec la réserve, qui relève les pièges.

Une mouche pour évaluer l'intégrité de l'écosystème

Maxime Juignet mène une deuxième étude grâce à une espèce de mouche, le syrphé, qui prend l'apparence d'une

guêpe ou d'une abeille. « Cette étude a pour but d'évaluer l'intégrité écologique des habitats de la réserve », détaille-t-il. « Par exemple, certaines vivent seulement dans les coulées de sève. Cela signifie que l'écosystème est en bonne santé. » Cette étude se poursuivra sur trois ans. Elle est subventionnée par la Région.

Du côté des oiseaux, des comptages sont concentrés sur le tétras-lyre, tous les deux ans, avec un poste fixe dans la forêt. « Il y a un suivi du crottier pour voir les zones d'hivernage et orienter les skieurs de randonnée », explique Anaïs Merdrignac, garde technicienne à la réserve.

Une importante mobilisation s'est également déroulée cette année pour le comptage du lagopède alpin. Six secteurs ont été délimités, avec deux passages, fin mai et début juin.

Une diminution du tétras-lyre

« Le but est d'analyser l'évolution des populations et installer des micro-enregistreurs pour une étude bioacoustique qui permette d'identifier chaque mâle chanteur par sa signature vocale. » Les comptages révèlent une diminution du tétras-lyre (« peut-être due au réchauffement climatique ou au dérangement, no-

EN CHIFFRES

- Superficie de la réserve : presque 800 hectares.
- Altitude : comprise entre 1 600 et 2 940 mètres.
- La réserve compte 124 habitats naturels.
- Le lézard vert a été observé à une altitude record de 2 350 mètres.
- Plusieurs espèces végétales, rares, protégées et/ou menacées par la cueillette sont répertoriées : l'ancolie des Alpes, le scirpe nain, le jonc arctique, le lis maragon, l'edelweiss.
- La réserve compte une salariée (Vanessa Fine, conservatrice à la LPO), deux services civiques, des stagiaires et un groupe local de bénévoles.

tamment en ski de randonnée »), et une augmentation du lagopède. La perdrix bartavelle représente également un galliforme à enjeu. « Cette réserve, c'est comme un laboratoire à ciel ouvert », note Maxime Juignet. « L'objectif est d'améliorer les connaissances, puis adapter la gestion à ce qu'il se passe. »

Des suivis botaniques, ou de papillons, entre autres, sont également menés au sein de la réserve. Tous ces projets sont lancés en collaboration avec des scientifiques et des amateurs passionnés.

Audrey LUNGO

Annexe 12 - Ensemble des taches réalisées pendant le stage, leur chronologie avec leur proportion relative

Grandes opérations effectuées	Taches effectuées	Proportion relative	Chronologie Réserve 1	Chronologie Réserve 2
Mise en œuvre de l'étude	Bibliographie	10%	Début Mars	Début Mars
	Visites de terrain	2%	Début Mars	Mi-mai
	Contacts des personnes référentes	2%	Mi-Mars	Mi-Mars
	Contacts des personnes bénévoles à l'identification des spécimens	2%	Mi-Mars	Mi-Mars
	Commande et suivi du matériel nécessaire à l'étude	5%	Début Mars	Début Mars
	Rédaction d'un document technique resumant le plan d'échantillonnage envisagé à destination des partenaires	5%	Début Avril	Début Juin
	Mise en place des pièges	1%	Mi-Avril	Début Juin
	Relevé des pièges	5%	Dès fin Avril et tous les quinze jours	Dès la mi-juin et tous les quinze jours
	Tri des pièges	20%	Tous les quinze jours à partir du premier relevé	Tous les quinze jours à partir du premier relevé
	Identification des spécimens	30%	Dès que possible dès les premiers relevés	Dès que possible dès les premiers relevés
	Transmission des spécimens aux spécialistes	1%	Dès fin juillet	Dès fin juillet
	Suivi des transmissions	2%	Aout	Aout
	Saisie de données	5%	A chaque identification	A chaque identification
	Analyse de données	30%	Début Aout jusqu'à fin Décembre 2021	Début Aout jusqu'à fin Décembre 2021
Missions d'aide aux Réserves	Appui technique aux études de l'INRAE (relevé des pièges, suivi entre le responsable des études et la Réserve)	10%		Toutes les semaines dès juin
	Soutien technique aux inventaires de la biodiversité (papillon, odonates, amphibien, oiseaux)	5%	Dès que possible	
	Appui technique à l'étude génétique sur les Apollons et les Coenonympha (Prélèvement des spécimens et envoi)	2%	X	Mi-juillet à début Aout
	Inventaire entomologique des certains sites en refuge de la LPO + rédaction d'un rapport d'intervention	5%	X	Juin/juillet
	Accompagnement des experts désirant s'informer sur les biotopes et les espèces des Réserves	2%	X	Dès sollicitation
	Réalisation d'animations pour le grand public et les scolaires sur l'entomologie et les Réserves	3%	Au besoin	Au besoin
	Aide à la rédaction d'un "Faune et Nature" sur les grands mammifères de la Réserve	1%	Début Avril	X
	Mission d'éco-garderie	1%	X	Dès que besoin
		149%		

Annexe 13 – Planning des activités à réaliser pour mener à bien l'étude

Tâches

Nom	Date de début	Date de fin
Prise en main du sujet, bibliographie, connaissances de la structure	01/03/2021	05/03/2021
Prospections de terrain, choix des sites d'étude sur Réserve 1	08/03/2021	12/03/2021
Premiers contacts des personnes ressources	08/03/2021	19/03/2021
Rédaction du document reprenant le plan d'échantillonnage	15/03/2021	05/04/2021
Commande et suivis du matériel nécessaire pour la mise en oeuvre de l'étude	01/03/2021	05/04/2021
Date limite pose des tentes	26/04/2021	26/04/2021
validation du plan d'échantillonnage	06/04/2021	12/04/2021
centralisation des bénévoles / naturalistes utiles à la mise en oeuvre de l'étude	19/04/2021	19/04/2021
Premier relevé des pièges Réserve 1	10/05/2021	10/05/2021
Dernier relevé Réserve 1	11/10/2021	11/10/2021
Prévoir visite Réserve 2	17/05/2021	21/05/2021
Date limite pose des pièges Réserve deux	07/06/2021	07/06/2021
Dernier relevé des pièges Réserve deux	04/10/2021	04/10/2021
Premier relevé des pièges Réserve 2	21/06/2021	21/06/2021
Tri et identification	10/05/2021	31/08/2021
Rédaction du plan d'échantillonnage Réserve 2	24/05/2021	31/05/2021
Validation du plan d'échantillonnage de la Réserve 2	01/06/2021	01/06/2021
Date limite premier passage papillon	21/06/2021	21/06/2021
Date limite second passage papillon	19/07/2021	19/07/2021
Date limite premier passage orthoptère	19/07/2021	19/07/2021
Date limite second passage orthoptère	23/08/2021	23/08/2021
Penser à aller sur Réserve 1 pour faire le suivi des relevés	01/07/2021	06/07/2021
Penser à aller sur Réserve 1 pour faire le suivi des relevés	03/08/2021	06/08/2021
Date limite troisième passage papillon	02/08/2021	02/08/2021
Prévoir les premiers envois des insectes	02/08/2021	31/08/2021
Analyses de données + rédaction rapport	02/08/2021	31/08/2021

Annexe 14 - Début de rédaction de l'article pour "Oiseaux mag"

Introduction :

Comment se doter de données scientifiques précises pour évaluer l'état de santé des écosystèmes ? Rien de plus simple, grâce à la mise en place de pièges à insectes (nommés tentes Malaise), à l'identification des syrphes et à l'utilisation d'une base de données appelée Syrph the Net. Toutes ces étapes ont été menées cette année sur les Réserves Naturelles Régionales des Partias (05) et des Gorges de Daluis (06).

C'est quoi un syrphé ?

Les syrphes sont des diptères (mouches, moustiques etc.), malgré leur ressemblance avec des guêpes, des abeilles ou des bourdons. Ces insectes sont dits « bio-indicateurs », c'est-à-dire, qu'ils renseignent sur l'état de santé des écosystèmes. Cette faculté leur vient de leurs écologies très diversifiées, à l'état larvaire (coulée de sève, bulbe des plantes, fourmilières, etc...). Leur étude est donc extrêmement pertinente au sein des espaces naturels protégés puisque les syrphes vont permettre de mettre en évidence les potentiels dysfonctionnements des habitats naturels présents sur les sites. Ainsi, les gestionnaires pourront adapter, au mieux, la gestion de leur espace. C'est pour ces raisons que les deux Réserves Naturelles Régionales, gérées par la LPO PACA se sont engagés dans cette étude.

Par quels moyens ?

Dans un premier temps, il faut définir les habitats à évaluer. Deux tentes Malaise sont ensuite disposées dans les habitats sélectionnés, sur des couloirs de vols (lisières forestières, bord de falaise, ruisseaux, etc.) des syrphes afin d'optimiser leur capture. Ces pièges sont relevés tous les 15 jours environ, entre avril et octobre. Ces dates pouvant évoluer en fonction du climat des sites. Les échantillons récoltés sont stockés dans l'alcool pour être triés au laboratoire. Dans l'optique de valoriser l'ensemble des insectes capturés – les tentes Malaise n'étant pas sélectives – tous les spécimens récoltés sont triés par grand groupe taxonomique (syrphes, abeilles, coléoptères, punaises, etc.). Ainsi, ils peuvent être transmis à des spécialistes et améliorer la connaissance des sites échantillonnés. Le tri est une étape primordiale et fastidieuse. En effet, repérer un syrphé parmi, des fois, plus de 5000 insectes, requiert un œil aguerri ! Fort heureusement, les syrphes se reconnaissent presque aisément grâce à trois critères clés présents sur leurs ailes : un faux bord, une « vena spuria » et la cellule anale en pointe.

Comment procéder à la détermination ?

Une fois les syrphes triés, il est ensuite possible de les déterminer jusqu'à l'espèce. Cette phase est capitale car elle permet d'obtenir la diversité des espèces observées, qui servira à l'évaluation des habitats naturels.

L'utilisation de guides de détermination est nécessaire. Certains documents rendent la détermination aisée, particulièrement pour les espèces du Nord de la France et de montagne. Pour les espèces du sud de la France, cela est plus difficile. Pour surmonter cette contrainte, il est utile de disposer d'une collection de référence des syrphes du secteur échantillonné ou de faire appel à des experts qui pourront probablement mettre un nom sur les spécimens difficiles à identifier.

Comment analyser les données ?

Cette analyse s'appuie sur l'utilisation d'une base de données appelée Syrph the Net. Cette-ci liste l'ensemble des espèces européennes, décrit leurs affinités par rapport aux habitats définis puis fournit des données précises quant à l'écologie et la biologie des espèces (mode de vie, durée de la phase larvaire, fleurs visitées, etc.). Par ailleurs, des données sur la distribution des espèces et leur niveau de menace sont également disponibles. Ainsi, une liste des espèces observées capturées dans les tentes Malaise est obtenue. Ensuite, intervient la prédiction des syrphes potentiellement présents sur le site à partir des habitats décrits et du secteur géographique étudié. Ainsi, le gestionnaire obtient une liste des espèces « attendues » sur son site, qu'il peut ensuite comparer à la liste d'espèces observées. De fait, il pourra distinguer à la fois les espèces dites « au rendez-vous », les espèces « inattendues » (espèces non prédites, mais capturées) et les espèces « manquantes » (espèces prédites, mais non capturées). Il est admis que plus le cortège d'espèces observées se rapproche du cortège d'espèces attendues, plus l'habitat sera en bon état de conservation.

Dans les cas où l'état de conservation serait mauvais, une analyse plus fine est alors possible afin d'identifier les potentiels dysfonctionnements des habitats. Cette analyse repose sur une investigation des habitats larvaires, en regardant les espèces manquantes. Par exemple, si dans une prairie pâturée, peu d'espèces liées à la litière de la strate herbacées sont capturées, alors il sera possible de conclure que la dynamique de la prairie est perturbée. Ces perturbations pouvant être liées à la gestion actuelle ou passée de l'habitat en question. Ici, potentiellement lié au chargement pastoral trop important.

Focus sur la Réserve Naturelle des Partias

La Réserve a souhaité se munir de données écologiques précises quant à la pression pastorale de ses unités d'estives. Pour se faire, deux tentes Malaise ont été placées sur des pelouses alpines non pâturées et deux autres sur des pelouses pâturées. Les relevés ont permis de constater que les pelouses non pâturées étaient dans un bon état de conservation, avec une diversité élevées d'espèces inféodées aux pelouses de montagnes, liées à la litière de la strate herbacée dont la structure végétative est dense, diversifiée, haute et composée de nombreuses plantes nectarifères. Au contraire, les pelouses pâturées se voient dotées d'un cortège inféodé aux pelouses dont la structure végétale est rase et homogène, avec la présence de plus d'espèces de syrphes généralistes et anthropophiles ; Certaines étant même liées aux bouses de vaches, aux sillons (suite au piétinement des vaches), aux plantes nitrophiles et aux eaux mésotrophes ou eutrophes (apportées par l'acidification des sols suite aux bouses). Dans le cas présent, les pelouses alpines testées sont nettement endommagées par l'effet de sédentarité du troupeau dans certains secteurs de la Réserve. Les gestionnaires devront donc se munir d'outils de gestion pertinents afin d'améliorer la situation des habitats échantillonnés, tout en maintenant l'activité pastorale.

Focus de la Réserve Naturelles des Gorges de Daluis

La Réserve voulait obtenir l'état de conservation de ses habitats naturels, dans l'optique de mieux se préparer à la compréhension de la dynamique écosystémique pour rédiger le nouveau plan de gestion. Ainsi, trois tentes Malaise ont été placées pour évaluer l'intégrité écologique des mélézins et de pins sylvestre, puis des garrigues/maquis.

Abstract

Vegetation structure influences biodiversity in alpine agrosystems. This study focuses on butterflies (Lepidoptera: Papilionoidae and HesperIIDae), hoverflies (Diptera Syrphidae) and bush-crickets and grass-hoppers (Ensifera and Caelifera) as indicators of negative impacts of grazing. The analysis of these groups was carried out in the Partias Nature Reserve, in a grazed alpine meadow landscape and in a non-grazed alpine meadow landscape. The ecological interpretation of hoverflies was carried out with the predictive model "Syrph the net"; that of butterflies with a degree of stenosis and that of orthopterans with the Linear Index of Abundance. The three groups were then statistically analysed for explanatory environmental variables (vegetation height, % of flowers in bloom, estimated number of plant species, estimated number of dung). An ecological explanation of the species is then proposed. The three groups showed similar results regarding the grazing pressure on the reserve.. The hoverflies in particular showed a dysfunction within the herbaceous vegetative structure, precisely at the level of herbaceous litter, root zones and also a trend towards floristic homogenisation or a loss of typicity. Butterfly diversity is strictly correlated with all the parameters tested and specialist species would be indicative of this. These findings suggest a homogenisation of the vegetation cover, leading to a reduction in the number of host plants favourable to specialist species. The orthopterans showed that there was a clearly different range of species between the two areas tested. The first one showed a community adapted to the dense, high and diversified vegetation. The second was a community of pioneer species. The abundance of individuals in this group seems to be closely linked to local vegetation conditions. All of this is probably a sign of intensive grazing around Lake Partias, due to the sedentary effect of the animals in this sector. Management recommendation to lighten the pastoral load are proposed.

Key words

Pastoral pressure / Ecological integrity / Insect / Protected natural area / Cattle

Résumé

La structure de la végétation influence la biodiversité dans les agrosystèmes alpins. Cette étude s'intéresse aux papillons de jour (Lepidoptera : Papilionoidae et HesperIIDae), aux syrphes (Diptera Syrphidae), aux Orthoptères (Ensifera et Caelifera) et à leur réponse vis-vis du pâturage. L'analyse des cortèges de ces groupes a été effectuée sur la Réserve Naturelle des Partias, au sein d'un paysage de prairies alpines pâturées et d'un paysage de prairies alpines non pâturées. L'interprétation écologique des syrphes s'est déroulée avec le modèle prédictif « Syrph the net », celle des papillons avec un degré de sténocécie et celle des Orthoptères avec l'Indice linéaire d'Abondance. Les trois groupes ont ensuite fait l'objet d'analyses statistiques quant à des variables environnementales explicatives (Hauteur de végétation, % de fleurs fleuries, Nombre d'espèces de plantes estimé, Nombre de bouses estimé). Une explication écologique des espèces est ensuite proposée. Les trois groupes ont montré des résultats similaires quant à la pression de pâturage exercée sur la réserve. Les syrphes ont particulièrement démontré un dysfonctionnement au sein de la structure végétative herbacée, précisément au niveau de litière herbacée, des zones racinaires et également une tendance à l'homogénéisation floristique ou une perte de typicité. La diversité de papillons est strictement corrélée à tous les paramètres testés et les espèces spécialistes en seraient indicatrices. Ces constats présagent d'une homogénéisation du couvert végétal, entraînant la diminution de plantes hôtes favorables aux espèces spécialistes. Les Orthoptères ont montré qu'il existait un cortège d'espèces nettement différent entre les deux zones testées. La première attestant d'une communauté adaptée à la végétation dense, haute et diversifiée. La deuxième avec une communauté d'espèces pionnières. L'abondance en individus sur ce groupe semble d'ailleurs très liée aux conditions locales de végétation. Le tout, serait probablement le signe d'un pâturage intensif sur les pourtours du Lac des Partias, du fait de l'effet de sédentarité des bêtes dans ce secteur. Des préconisations de gestion pour alléger le chargement pastoral sont proposées.

Mots clés

Pression pastorale / Intégrité écologique / Insecte / Espace naturel protégé / Bovin