



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Université de Perpignan Via Domitia
Master Biodiversité, Écologie, Évolution
Parcours « Biodiversité et Développement Durable »

État de conservation de l'Azuré de la sanguisorbe (*Phengaris teleius*) dans les vallées de l'Oule et de la Drôme (26)

Antoine ALBISSON



Année universitaire 2023 – 2024
Sous la direction de : Clément Chauvet
Ligue de Protection des Oiseaux Auvergne-Rhône-Alpes

Remerciements

Je souhaite remercier la Ligue de Protection des Oiseaux antenne Drôme-Ardèche pour la qualité de l'accueil et pour la bonne humeur permanente dans laquelle j'ai travaillé. Je tiens à remercier particulièrement Clément Chauvet pour son aide quotidienne, sa bonne humeur et sa générosité. Excellent maître de stage, prêt à partager sa passion pour l'entomologie et sans qui je n'aurais pu faire autant de blagues durant ce stage. Merci à Lucas Leconte-Deslaugiers avec qui j'ai partagé six mois de travail, d'humour et de musique. Sans oublier Laurène Demange et Chloé Dépré, collègues et complices lors des repas et des excursions.

Mes remerciements vont également à Yann Baillet, expert lépidoptériste qui m'a transmis, avec Clément Chauvet, sa passion pour l'entomofaune il y a près de deux ans. C'est maintenant grâce à eux que je sors toujours muni d'un filet à papillons, d'un guide et de mon appareil photo.

Je remercie également mes parents et ma sœur qui m'ont toujours soutenu dans mon parcours universitaire et dans la vie privée. Ils ont toujours cru en moi, et m'ont permis d'atteindre ce niveau d'études dont je suis extrêmement fier aujourd'hui.

Je remercie aussi Léane Alvarez, experte en capture de libellules, spécialiste en recherche d'insectes et râleuse assidue lors des randonnées trop rapides pour l'émerveillement de la faune. Elle sait me rappeler les choses les plus importantes : la passion, la contemplation et les pauses repas !

Merci à Tom Leduc, Rémi Abel-Coindoz, Matthieu Balikdjian, Elouann Prigent et pour finir Thomas Rozière. Des amis sur qui j'ai pu compter, avec qui j'ai partagé ma passion pour la biodiversité, pour les randonnées et des moments de vie.

Enfin, un merci tout particulier à Monsieur Jamy Gourmaud. Lui qui m'a donné le goût pour la science et la curiosité. Et un grand merci à Monsieur Vincent Munier, illustre photographe animalier qui m'a guidé spirituellement vers la nature sauvage, le respect et la contemplation de celle-ci. Cet amoureux de la nature posa ces mots qui devinrent ma devise « Le monde ne mourra pas par manque de merveilles, mais uniquement par manque d'émerveillement ». (J.K.Chesterton)

Glossaire

Abondance : Nombre d'individus d'une espèce ou d'un groupe taxonomique par unité de surface ou de volume.

Allomone : Substance produite par les individus d'une espèce, qui induit, chez ceux d'une autre espèce, une réaction favorable à l'espèce émettrice.

Chaîne trophique : Ensemble des relations entre les organismes au sein d'un écosystème, polarisée par leur manière de se nourrir.

Déprise agricole : Abandon des terres agricoles suite à l'évolution des pratiques agricoles et aux évolutions sociétales.

Eco-complexe : Ensemble de sites connectés entre eux. Deux sites séparés, par plus de la valeur maximale de vol (en 2014) connu pour le papillon, appartiennent à deux éco complexes différents, soit 2.4 km.

Entomogamie : Type de reproduction qui nécessite la participation d'un insecte dans le transport de pollen.

Espèce parapluie : Espèce dont l'étendue de la niche écologique ou l'étendue de son territoire, si on la protège, permet la protection d'un grand nombre d'autres espèces.

Espèce porte-drapeau : Espèce emblématique bénéficiant d'un capital sympathie important au près du grand public, permettant la protection d'habitats.

Fourmis-hôte : Certains insectes ont besoin des fourmis afin de réaliser leur cycle de vie, un certain nombre d'Azurés utilise les fourmilières au stade larvaire pour se développer (parasitisme, mutualisme).

Hyménoptère : Ordre d'insectes contenant guêpes, abeilles, fourmis, frelons ou encore les symphytes.

Imago : Dernier stade de développement chez les papillons, appelé aussi stade adulte.

Inflorescence : Mode de groupement des fleurs d'une plante, disposition des fleurs sur la tige.

Macro-habitat : zone de l'éco complexe dont la dynamique actuelle permet la présence de micro-habitat.

Métapopulation : Ensemble de populations d'une même espèce réparties dans l'espace, entre lesquelles il existe des échanges plus ou moins réguliers et importants d'individus.

Micro-habitat : Zone minimale clé de l'éco-complexe dont la présence est indispensable pour la dynamique des populations. Cette zone est généralement liée à la disponibilité des ressources trophiques pour les chenilles et/ou les adultes.

Papilionoidea (ex : Rhopalocère) : Super-famille de l'ordre des lépidoptères composé de 7 familles : Papilionidae, Hedyliidae, Hesperiiidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae, Nymphalidae. Terme scientifique et actuel remplacé le plus souvent par l'ancien terme Rhopalocère ou encore papillon de jour pour le grand public.

Plante-hôte : Certains insectes comme les papillons ont besoin d'une ou de quelques plantes très spécifiques pour leurs larves ou l'état adulte, ces plantes indispensables dans le cycle de vie se nomment plantes-hôtes.

Polyculture : Méthode agricole consistant à cultiver plusieurs espèces de plantes sur la même exploitation agricole ou à défaut sur une même aire géographique.

Récurrence météorologique : Des schémas météorologiques marqués se mettent en place sur des régions géographiques. Des périodes sèches ou au contraire des périodes perturbées s'installent parfois sur le long terme (plusieurs mois). Ces événements sont amenés à s'accroître avec le changement climatique.

Richesse spécifique : Nombre total d'espèces présentes dans un habitat, un biotope ou une zone géographique donnée.

Site : Ensemble de stations fortement connectées entre elles. Pour *P.teleius*, une distance de 1.2 km entre deux stations est la valeur limite pour les considérer comme appartenant à un même site. Pour cela, la définition se base sur l'état actuel (2014) des connaissances soit la valeur seuil égale à la moitié de la distance maximale connue pour l'Azuré de la sanguisorbe.

Station : Ensemble spatial au sein d'un macro-habitat avec des micro-habitats favorables à l'espèce délimitée par la distance. Lorsque plus de 400 m (pour *P.teleius*) d'écart entre 2 micro-habitats favorables, alors on considère 2 stations distinctes. Ce chiffre correspond à un seuil de 80% des déplacements connus chez l'Azuré de la sanguisorbe.

Stridulation : Bruits modulés que produisent certains insectes

Univoltin : Qualifie une espèce d'insectes qui ne produit qu'une génération par an, par opposition à bivoltin (2 générations) ou multivoltin (x générations).

Sommaire

1. Introduction.....	1
1.1. Les insectes et leurs dynamiques.....	1
1.2. L'Azuré de la sanguisorbe.....	2
1.3. Contexte de l'étude.....	4
1.4. Objectif du stage et problématique.....	5
2. Matériels et méthodes.....	5
2.1. Zones de prospection et d'étude.....	5
2.2. L'étude de Phengaris teleius et des prairies favorables.....	6
2.3. L'étude la plante-hôte.....	7
2.4. L'étude des fourmis-hôtes.....	8
2.5. Analyse des données : moyens et sources.....	10
3. Résultats.....	11
3.1. Cartographie des stations de Phengaris teleius : vallées de l'Oule et de la Drôme.....	11
3.2. Analyse des données de CMR sur la station A.....	12
3.3. Paramètres influençant l'abondance de Phengaris teleius.....	14
4. Discussions.....	15
4.1. Situation géographique de Phengaris teleius.....	15
4.2. Comparaison de la station A avec les connaissances sur l'espèce.....	16
4.3. Les paramètres influençant l'abondance de l'Azuré de la sanguisorbe.....	16
4.4. Limites de l'étude.....	17
4.5. Gestions et perspectives.....	18
4.6. Conclusion.....	19
Bibliographie.....	20
Annexes.....	25

1. Introduction

1.1. Les insectes et leurs dynamiques

A l'image du reste de la biodiversité, les insectes connaissent, dans le monde, un déclin majeur (Butchart et al., 2010; Goulson & Bataille, 2023). Les pertes sont visibles en termes d'abondance mais également en termes de richesse spécifique pour de nombreux taxons (Hallmann et al., 2017; Delpon, 2018). Les *Papilionoidea* (anciennement : Rhopalocères) ne dérogent pas à la règle, Warren et ses collaborateurs démontrent que 16 pays européens ont connu une régression 39% des papillons de prairie depuis 1990 (Warren et al., 2021). Les papillons spécialistes de plantes ou de milieux sont plus menacés que les papillons généralistes (Stefanescu et al., 2011; Thomas, 2016). Les papillons des zones humides et des prairies sèches sont ceux les plus touchés par ces phénomènes de régression (Franzén & Johannesson, 2007).

Les *Papilionoidea* comptent parmi les pollinisateurs majeurs en Europe (Orford et al., 2015; François & Le Féon, 2017). Ils sont les rouages essentiels de services écosystémiques telle que la pollinisation, garants de la diversité florale puisque 78% des plantes en zone tempérée ont recourt à l'entomogamie (Ollerton et al., 2011). Eléments primordiaux dans les chaînes trophiques, pour la diversité génétique chez les plantes à fleurs ou en tant qu'espèces parapluies, les papillons de jour constituent des taxons incontournables de la biologie de la conservation (Thomas, 1995; Thomas & Settele, 2004; Ghazanfar et al., 2016).

Les principales causes du déclin des *Papilionoidea* sont bien documentées. La dégradation des habitats semble être la plus importante des menaces comprenant le drainage des zones humides, l'urbanisation et le changement des pratiques agricoles. A cela s'ajoute la pollution chimique de différentes sortes (engrais azotés, pesticides...) ainsi que la déprise agricole et le changement climatique (Maes & Van Dyck, 2001; Franzén & Johannesson, 2007; Stefanescu et al., 2011; Thomas, 2016; Habel et al., 2019; Warren et al., 2021).

Ce déclin marqué et rapide fait réagir scientifiques et organismes de protection de la nature. De nombreuses études viennent compléter la bibliographie existante pour mieux connaître les besoins des *Papilionoidea* et ainsi contribuer à leur protection. Un genre attire particulièrement l'attention depuis les années 1990 : les *Phengaris* (Doherty, 1891) (ex : *Maculinea*) (Thomas et al., 1989; Thomas, 1995; Schönrogge et al., 2000; Nowicki et al., 2005a; Anton et al., 2008). Ce genre bénéficie d'un Plan National d'Action (PNA) dès 2011 (Dupont et al., 2010).

1.2. L'Azuré de la sanguisorbe

Les *Phengaris* forment un genre à part entière chez les *lycaenidae* (Fric et al., 2007). Ils sont considérés comme des espèces porte-drapeau et sont de bons indicateurs de la qualité des prairies (Thomas, 1995; Thomas & Settele, 2004). Ce genre ne contient en France que des espèces menacées et souvent à répartition géographique restreinte (Lafranchis, 2014; Hentz et al., 2022; Moussus et al., 2022; Richard & Maquart, 2023). L'Azuré de la sanguisorbe (*Phengaris teleius*, Bergstrasser, 1779) fait partie de ce cortège de papillons menacés. Il figure sur la liste des espèces d'insectes protégées de France (Légifrance, 2007), classé vulnérable sur les listes rouges européennes et françaises ainsi qu'en danger sur la liste rouge Rhône-Alpes (UICN France et al., 2014; Baillet & Guicherd, 2018). *P. teleius* figure désormais dans le PNA en faveur des papillons de jour de 2018 à 2028 (Houard & Jaulin, 2018).

P. teleius est, à l'instar de beaucoup de *lycaenidae* et d'espèces du genre *Phengaris*, un papillon à cycle complexe comprenant une plante-hôte mais également des fourmis-hôte (Rozier, 1999; Dupont et al., 2010; Lafranchis et al., 2015; Richard & Maquart, 2023) (cf. figure 1). L'Azuré de la sanguisorbe a besoin de la Sanguisorbe officinale (*Sanguisorba officinalis*, Linnaeus, 1753) et des fourmis du genre *Myrmica* (Latreille, 1804) qu'il parasite (Richard & Maquart, 2023). Les fourmis-hôte les plus fréquentes sont : *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846) et *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) auxquelles il est possible d'ajouter *Myrmica ruginodis* (Nylander, 1846), *Myrmica vandeli* (Bondroit, 1920), *Myrmica specioses* (Bondroit, 1918) ou encore *Myrmica gallienii* (Bondroit, 1820) (Rozier, 1999; Stankiewicz & Sielezniew, 2002; Tartally & Varga, 2008; Witek et al., 2010, 2011; Tartally et al., 2019). L'Azuré de la sanguisorbe et ses hôtes se trouvent dans les prairies humides ou fraîches (Corine 37.311 ; Corine 38.2), les tourbières et les bas-marais alcalin (Corine 54.2) (Bensettiti & Gaudillat, 2002).

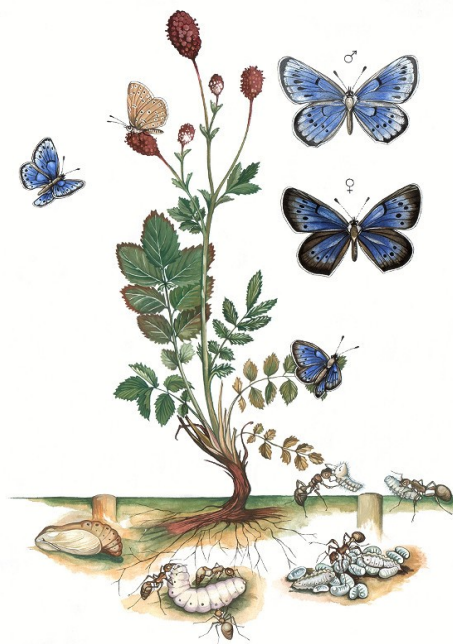


Figure 1: Cycle de vie de *Phengaris teleius* (Popovic & Popovic, 2014)

L'Azuré de la sanguisorbe est univoltin, il vole au cœur de l'été, le plus souvent fin juillet bien que la date d'émergence soit fortement liée à la période de floraison de sa plante-hôte (cf. annexe 4) (Dupont et al., 2010; Lafranchis et al., 2015; Chauvet & Coutout, 2019). Les imagos volent en moyenne seulement deux à quatre jours, parfois jusqu'à 15 jours (Nowicki et al., 2005a, 2009). Ils s'alimentent en nectar sur les fleurs de couleur pourpre principalement *S. officinalis* (Dupont et al., 2010; Lafranchis et al., 2015). Les femelles choisissent des fleurs de *S. officinalis* pour pondre leurs œufs à l'intérieur de l'inflorescence. Ce choix est guidé en priorité par la proximité des fourmilières de *Myrmica* et secondairement par le stade de la plante-hôte (en bouton généralement) (Wynhoff & Van Langevelde, 2017). Les inflorescences reçoivent en général un seul œuf et quelques fois deux (Figurny & Woyciechowski, 1998; Rozier, 1999; Wynhoff et al., 2008). Après incubation, l'œuf éclot et la chenille reste à l'intérieur de la plante où elle consomme les ovaires de celle-ci durant ses premiers stades (Lafranchis et al., 2015). Puis la chenille se laisse tomber au sol pour être récupérée par les fourmis-hôtes du genre *Myrmica* (Lafranchis et al., 2015; Richard & Maquart, 2023). La reconnaissance hôte-parasite est possible grâce aux allomones et aux stridulations de la chenille, ceux-ci étant adaptés pour un large spectre de *Myrmica* (Barbero et al., 2009; Tartally et al., 2019). La plupart du temps, une seule ou deux chenilles parasitent une fourmilière, parfois plus, mais un trop grand nombre de chenilles peut épuiser la colonie de *Myrmica* (Witek et al., 2010). Durant 10 à 22 mois (septembre à juin), selon les conditions météorologiques et selon la disponibilité alimentaire, la chenille de l'Azuré de la sanguisorbe consomme le couvain des fourmis-hôte et hiverne en plein cœur de la fourmilière (Witek et al., 2011). Enfin, au mois de juin, la chenille se transforme en chrysalide, avant que l'imago sorte de la fourmilière tôt le matin pour se protéger de l'activité des fourmis (Dupont et al., 2010; Lafranchis et al., 2015).

L'Azuré de la sanguisorbe fonctionne en métapopulations, des noyaux de populations alimentent des populations satellites à faible effectif régulièrement soumises à extinction (Nowicki et al., 2007). Cette espèce se déplace peu de manière générale, les individus parcourent en moyenne 70 à 400 m au cours de leur vie. Les individus dispersants représentent entre 6 et 7 % de la population et peuvent parcourir au maximum 5 km d'après les connaissances actuelles et les méthodes de Capture-Marquage-Recapture (Nowicki et al., 2005a; Nowicki, 2017).

De nombreuses menaces peuvent réduire ou éteindre les populations de *P. teleius*. L'espèce a certainement disparu du département de la Sarthe récemment (Vannucci et al., 2014) et son aire de répartition a décliné de 23% en France (Houard & Jaulin, 2018). Certaines menaces sont induites par l'Homme, comme le drainage et le changement d'utilisation des terres. Changements de pratiques agricoles et intensification de l'agriculture, urbanisation, reboisement, enfrichement, ont un impact majeur sur l'Azuré de la sanguisorbe car cela provoque la disparition de sa plante-hôte et ou des communautés de *Myrmica* (Van Swaay & Warren, 1999). La gestion des prairies humides est également primordiale. Une fauche ou du pâturage entre la mi-juin et début septembre constituent des menaces majeures pour le papillon faisant disparaître la plante-hôte avec parfois les œufs ou la chenille à l'intérieur (Rozier, 1999).

Le changement climatique peut également jouer un rôle dans les dynamiques de l'espèce étudiée. Des sécheresses plus longues et plus intenses apparaissent de plus en plus fréquemment en France (Soubeyroux et al., 2020). Les années 2022 et 2023 ont été particulièrement sèches (Météofrance, 2023b; Infoclimat, 2024) ceci peut avoir un impact négatif sur la quantité d'eau dans les zones humides et *in fine* sur les hôtes du papillon. L'éloignement des habitats favorables à l'espèce limite les dynamiques de population et peut participer aux phénomènes de consanguinité qui ne sont pas à négliger sur les faibles populations fragmentées (Saccheri et al., 1998).

D'autres éléments naturels s'ajoutent à ces menaces et participent à la baisse des effectifs ou aux extinctions locales. Les hyménoptères du genre *Ichneumon* (Latreille, 1802) ou *Neotypus* (Förster, 1869) induisent une baisse des effectifs certaines années en parasitant les chenilles lors des premiers stades (Hinz & Horstmann, 2007; Anton et al., 2007). Des champignons parasites affectent *S. officinalis* et pénalisent les dynamiques de *P. teleius* (Śliwińska et al., 2019).

1.3. Contexte de l'étude

Le PNA en faveur des papillons de jour définit plusieurs objectifs dont l'amélioration des connaissances scientifiques et de la protection des papillons (Houard & Jaulin, 2018). Une déclinaison à l'échelle de l'Auvergne-Rhône-Alpes met en avant des enjeux précis pour *P. teleius* : les connaissances pour l'espèce sont évaluées à un niveau « moyen », de même pour la protection qualifiée actuellement de « moyenne » (Soissons et al., 2019). Pour le département de la Drôme (26), les connaissances sur la répartition et les dynamiques de population sont insuffisantes bien qu'améliorées en 2019 (Chauvet & Coutout, 2019). C'est dans ce contexte de manque de connaissances et de volonté de protection de l'Azuré de la sanguisorbe que le Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP) et la Ligue de Protection des Oiseaux antenne Drôme-Ardèche (LPO Drôme-Ardèche) ont décidé de mener une étude sur deux ans. Ce travail s'inscrit dans une dynamique régionale sur *P. teleius* afin d'évaluer l'état de conservation de l'espèce et d'améliorer sa protection. Ce travail est d'autant plus important que l'espèce est uniquement présente sur des prairies agricoles en Drôme, milieux largement mis sous pression par les changements de pratiques agricoles (Fontaine, 2018).

Concernant le département de la Drôme, le papillon est présent dans les vallées de la Méouge, de la Drôme et de l'Oule (cf. annexe 1). Les zones agricoles sont dominées par des prairies de fauche, de pâturage et quelques zones de polyculture en augmentation (Fontaine, 2018). L'espèce est limitée dans les vallées proches des ruisseaux, sources et rivières qui alimentent les prairies humides (Chauvet & Coutout, 2019).

1.4. Objectif du stage et problématique

Malgré les prospections de 2019 (Chauvet & Coutout, 2019), les connaissances sur l'Azuré de la sanguisorbe en Drôme restent lacunaires. Ainsi une question demeure, **quel est l'état de conservation de *Phengaris teleius* dans les vallées de l'Oule et de la Drôme ?** Cette étude a pour objectif d'estimer les populations d'Azuré de la sanguisorbe via une méthode de Capture-Marquage-Recapture (CMR). Elle vise également à déceler les potentiels échanges d'individus entre les stations connues. Une analyse des prairies favorables à l'espèce a permis d'affiner les connaissances sur les besoins et les paramètres limitants de l'espèce. Un travail a été mené sur la plante-hôte et les fourmis-hôte pour mieux comprendre les populations d'Azuré de la sanguisorbe. Un dernier objectif a été de prospector des zones favorables à l'espèce afin de potentiellement découvrir de nouvelles stations.

2. Matériels et méthodes

2.1. Zones de prospection et d'étude

Les données historiques résumées par le travail de Chauvet et Coutout ainsi que les résultats des prospections de 2019 servent de support dans le choix des zones d'étude (Chauvet & Coutout, 2019). Pour l'année 2024, les deux secteurs de la Vallée de l'Oule et de la Vallée de la Drôme sont privilégiés (cf. annexe 1). Ces deux secteurs sont proches géographiquement et permettent une bonne capacité d'échantillonnage. La vallée de la Méouge sera étudiée en 2025 en raison d'une situation compliquée entre agriculteurs, le PNRBP et les associations de protection de la nature (cf. annexe 1). Des concertations avec les agriculteurs sont nécessaires en amont de l'étude.

Sur ces vallées, 10 prairies sont sélectionnées pour l'étude Capture-Marquage-Recapture (CMR) sur l'Azuré de la sanguisorbe et les travaux sur les fourmis-hôte et la plante-hôte. Ces 10 parcelles sont choisies pour les données historiques de l'espèce et ou pour la présence de la plante-hôte ainsi que les possibilités d'accès à la parcelle (cf. figure 2). D'autres zones sont prospectées uniquement pour l'imago afin de suivre les effectifs, d'identifier d'éventuels déplacements d'individus ou de découvrir l'espèce sur d'autres secteurs.

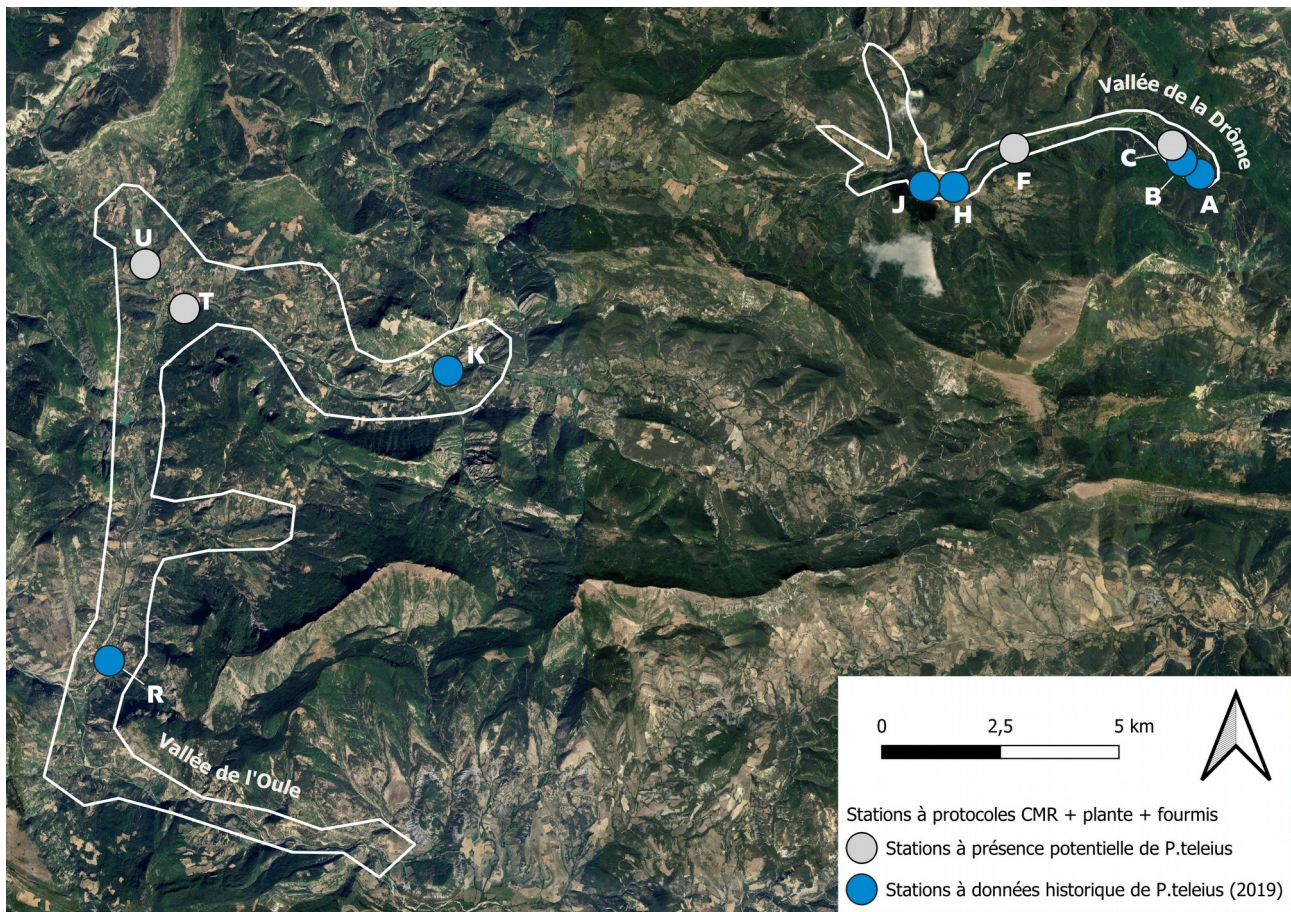


Figure 2: Cartographie des 10 parcelles bénéficiant d'un protocole CMR et d'un travail sur les hôtes (plante et fourmis) (©Antoine Albisson)

2.2. L'étude de *Phengaris teleius* et des prairies favorables

La méthode de CMR est une méthode largement répandue dans l'étude des papillons (Oro et al., 2022) y compris des papillons rares et protégés (Schtickzelle et al., 2002, 2003; Ladislav, 2019; Decoin et al., 2022), comme *P. teleius* (Nowicki et al., 2005a; Kőrösi et al., 2014). Celle-ci semble la plus adaptée pour obtenir une estimation précise de la population sur une étude de courte durée (2 ans). De plus, la CMR permet de calculer un nombre de paramètres importants : durée de vie, sex-ratio, déplacements, taille des populations, pic de vol. L'étude des œufs (impliquant une destruction de l'inflorescence), de la chenille ou de la chrysalide (ouverture de la fourmière) passe par des protocoles extrêmement invasifs liés au cycle de vie du papillon (cf. figure 1), seuls les imagos peuvent faire l'objet d'un suivi « moins invasif ».

Les captures se font dans des conditions de vol pour les *Papilionoidea*. Un minimum de 17 °C est requis pour réaliser une séance de capture, de même qu'un vent faible et l'absence de pluie sont indispensables (Dupont, 2014). Chaque individu est capturé à l'aide d'un filet à papillon d'un diamètre de 40 cm et d'une poche souple et fine pour ne pas blesser les individus. Les individus sont sexés, puis marqués via un marqueur noir sans solvant : Staedtler Lumocolor (0.4 mm) (Nowicki et al., 2005a; Decoin et al., 2022). Chaque individu reçoit un code alpha-numérique unique composé d'une lettre liée à la station échantillonnée et d'un nombre entre 01 et 99. Cette marque est disposée sur le dessous de l'aile postérieure droite du papillon (cf. annexe 3). La capture est localisée et transmise le plus précisément possible avec l'application mobile « Naturalist » liée à la base de données Faune France (www.faune-france.org). Les recaptures se font essentiellement à l'aide d'un appareil photo ou d'une paire de jumelles, la recapture au filet étant seulement réservée en cas d'impossibilité de lecture.

La durée des séances CMR est variable afin de s'adapter au mieux à la densité d'imagos. Le temps alloué à chaque occasion de capture est conditionné par le nombre de nouveaux individus pour la session. Ainsi, la prospection s'arrête lorsque 50% des individus contactés dans la session sont contactés de nouveau (Baillet & Bellour, 2013; Baillet & Guicherd, 2021). Dans le cas où aucun Azuré de la sanguisorbe n'est observé, un minimum de 20 minutes par prairie favorable est requis pour s'assurer de l'absence du papillon.

Au vu de la courte durée de vie des imagos, il est nécessaire de passer très régulièrement sur chaque station. Un passage tous les deux jours est fixé, mais un ajustement en fonction de la météorologie est nécessaire. Cet intervalle de temps semble être le meilleur compromis entre probabilité de survie des individus, leurs déplacements et le temps alloué à chaque éco-complexe.

Des prospections sur des prairies à Sanguisorbe officinale adjacentes ou d'autres zones potentiellement favorables pour l'espèce sont réalisées. Ces prairies humides sont peu prospectées par les entomologistes, des stations ont été récemment découvertes et d'autres restent à découvrir (Bence, 2014; Chauvet & Coutout, 2019). Chaque individu contacté sera marqué avec la même méthodologie que décrite précédemment. L'intervalle de passage est néanmoins plus long afin de conserver du temps pour les zones les plus favorables prévues en protocole CMR.

2.3. L'étude la plante-hôte

La densité de Sanguisorbe officinale ou le nombre d'inflorescence ne semblent pas être des facteurs limitants pour le papillon (Rozier, 1999). En effet, le facteur le plus limitant semble être la surface occupée par la plante-hôte. Une forte densité induit une compétition pour les chenilles lors de la consommation de la plante et de l'accès aux fourmilières (Rozier, 1999; Nowicki et al., 2005a).

Au vu du nombre des dix prairies prospectées (cf. figure 2), du protocole CMR et du travail sur les fourmis, le protocole plante-hôte ne doit pas être trop chronophage afin de remplir les autres volets de l'étude. Une mesure de la surface de *S. officinalis* est choisie. Cette méthode est réalisée par un repérage de terrain précis des patches de *S. officinalis*, numérisés ensuite sur le logiciel QGIS. Le cumul des aires sur chaque parcelle est effectué pour obtenir une surface en Sanguisorbe officinale par station étudiée. Des prairies supplémentaires peuvent être mesurées sur ces critères en fonction des résultats des recherches sur le papillon. Les prairies sont prospectées au printemps pour noter la présence ou l'absence de la Sanguisorbe officinale. Ce travail permet de faciliter les recherches du papillon durant la période de vol.

2.4. L'étude des fourmis-hôtes

Le protocole visant à évaluer le potentiel d'accueil des *Myrmica* est, à l'instar du protocole plante-hôte, mis en place sur 10 prairies (cf. figure 2). Ce protocole est dérivé de celui mise en place pour le PNA en faveur des *Maculinea* 2011-2015 (Dupont et al., 2010). Des pièges attractifs composés de poisson et de miel sur feuilles cartonnées sont disposés tous les 4 m sur des transects de 28 m (8 pièges) (Kaufmann, 2014) (cf. figure 3 et 4). Deux transects par prairie (soit 16 pièges) permettent d'estimer l'abondance des *Myrmica*.

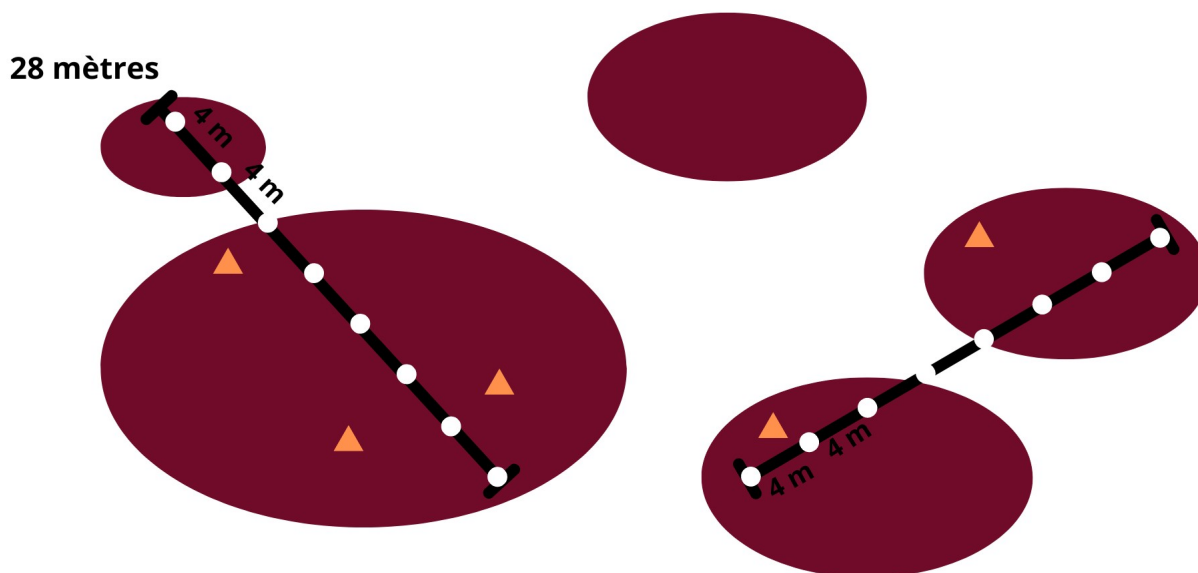


Figure 3: Schéma du plan d'échantillonnage des fourmis du genre *Myrmica* dans les prairies à *Sanguisorbe officinalis*. Les transects sont représentés en ligne noire, chaque point blanc est un piège attractif, les patches violets sont les zones à *Sanguisorbe officinalis*, les triangles orange représentent les données historiques de *Phengaris teleius*. (©Antoine Albisson)

La pose des pièges a lieu le matin entre 8h et 12h (Wynhoff et al., 2008; Kaufmann, 2014; Grangier, 2022). Ces pièges sont disposés le long de la plante-hôte (cf. figure 3) en raison du faible rayon de prospection des fourmis de l'ordre de 2 m (Kaufmann, 2014; Tartally et al., 2019; Grangier, 2022). Les fourmis sont récoltées une première fois 30 minutes après la pose des pièges et une seconde fois une heure après, à l'aide d'un aspirateur à bouche. Toutes les fourmis sur le piège sont récoltées ainsi que celles présentes 10 cm autour du piège (cf. figure 4). Les échantillons sont conservés dans l'alcool à 70 degrés.



Figure 4: Piège du protocole fourmis colonisé par des *Myrmica* (©Antoine Albisson)

Une première analyse des échantillons est effectuée par les deux stagiaires en charge des deux études sur les *Phengaris* au sein de la LPO Drôme-Ardèche. Cette analyse met en relief la présence ou l'absence du genre *Myrmica* au piège. Une récente méta-analyse tend à démontrer que les *Phengaris* et notamment *P. teleius* ont des spectres de fourmis-hôtes plus larges que ce qui était admis jusqu'alors (Tartally et al., 2019). Ces hôtes sont soumis à hybridation et les critères morphologiques sont parfois imprécis (Ebsen et al., 2019). Une identification au genre permet dans un premier temps d'estimer la répartition des *Myrmica* le long des plantes-hôtes et d'estimer un potentiel d'accueil pour le papillon (Lebas & Blatrix, 2013). Ce potentiel peut être comparé à la moyenne en Rhône-Alpes sur les mêmes types d'échantillonnage dans différents habitats à *Phengaris* ($\mu=30\%$ de pièges avec *Myrmica*) (Chmargounof & Kaufmann, 2013; Guérin, 2021; Grangier, 2022).

L'analyse plus fine du cortège de fourmis n'est pas réalisable durant la période de stage. En effet l'identification des espèces de *Myrmica* et des autres fourmis récoltées nécessite une expérience certaine dans le domaine. Les échantillons sont envoyés à l'association AntArea pour une identification ultérieure plus précise (Galkowski, 2024).

2.5. Analyse des données : moyens et sources

Une cartographie des stations est réalisée à l'aide du logiciel QGIS et d'une extraction des données saisies lors du protocole CMR. Les déplacements sont mesurés, à partir des données de capture, à vol d'oiseau et via les corridors potentiels. Les déplacements des papillons sont difficilement mesurables précisément. Cependant, il est admis que l'Azuré de la sanguisorbe se déplace préférentiellement via les fossés humides où fleurissent les Sanguisorbes officinales (Rozier, 1999; Nowicki, 2017).

Une analyse des données CMR est effectuée via le logiciel Mark. La mise en forme des données est réalisée avec le logiciel Excel. L'objectif est d'obtenir les paramètres de la population : sex-ratio, durée de vie, probabilité de survie, probabilité de recapture, estimation de la population, pic de vol. L'utilisation d'un modèle Cormak-Jolly-Sieber (CJS) est conditionné par un certain nombre de paramètres. Pour ce modèle, la population doit être ouverte et les marquages doivent être durables. Les probabilités de capture et de recapture doivent être constantes pour chaque individu (égale capturabilité des individus et pas d'apprentissage lors des captures). A ces conditions, il faut ajouter qu'il faut un minimum de 3 sessions de capture. La survie des individus ne doit pas être biaisé par les marques et ils doivent également être relâchés immédiatement après la capture. Les modèles obtenus sont testés et sélectionnés via plusieurs indicateurs : AIC (équilibre parcimonie-vraisemblance), $c\text{-hat}$ (vraisemblance du modèle), déviance (ajustement du modèle, cf. annexe 5) (Cooch & White, 2014). Les modèles permettent d'estimer les probabilités de survie (ϕ) et les probabilités de recapture (p).

Une analyse des paramètres des prairies visant à comprendre les différences d'abondance de *P. teleius* est réalisée via le logiciel Rstudio et le langage R. Les paramètres mesurés sur les prairies sont les suivants : abondance de *P. teleius*, pourcentage de ligneux, pente, altitude, surface en Sanguisorbe officinale, hauteur de la strate herbacée, la distance à la première prairie favorable à *P. teleius* (centre à centre) (Schtickzelle et al., 2002). La date de gestion de la parcelle est également implémentée. Cette variable implique : la fauche, le pâturage ou le broyage de la zone à sanguisorbe. Ces modes de gestion peuvent impacter la survie des populations, selon la période de réalisation (Kőrösi et al., 2014). Cette date est convertie en jour julien afin d'obtenir une variable quantitative. Ces éléments sont implémentés dans un modèle de régression multiple après vérification des conditions d'application (cf. annexe 6). L'abondance de *P. teleius* est la variable expliquée, les autres sont explicatives dans le modèle. Le package R « leaps » est utilisé pour améliorer les choix du modèle de régression. Le package « ggplot2 » est utilisé pour réaliser les graphiques.

3. Résultats

3.1. Cartographie des stations de *Phengaris teleius* : vallées de l'Oule et de la Drôme

Sur l'ensemble de la période de l'étude, 195 prairies sont prospectées pour la plante-hôte. Seulement 58 prairies comportent de la Sanguisorbe officinale et sont retenues pour la prospection de l'Azuré de la sanguisorbe.

Les prospections réalisées du 8 juin au 20 août 2024 permettent d'identifier cinq prairies avec l'Azuré de la sanguisorbe. *P. teleius* volait sur sept stations dans les vallées de l'Oule et de la Drôme en 2019 (Chauvet & Coutout, 2019). Le papillon est revu sur trois stations historiques en vallée de la Drôme en 2024 (stations A, H et J) et n'a pas été retrouvé dans les quatre autres stations (une en vallée de la Drôme et trois en vallée de l'Oule) (cf. figure 5). Deux nouvelles stations sont découvertes le 28 juillet sur la commune de Saint-Dizier-en-Diois (stations O et E), plateau d'altitude reliant les vallées de la Drôme et de l'Oule. Aucun individu n'est observé en vallée de l'Oule en 2024.

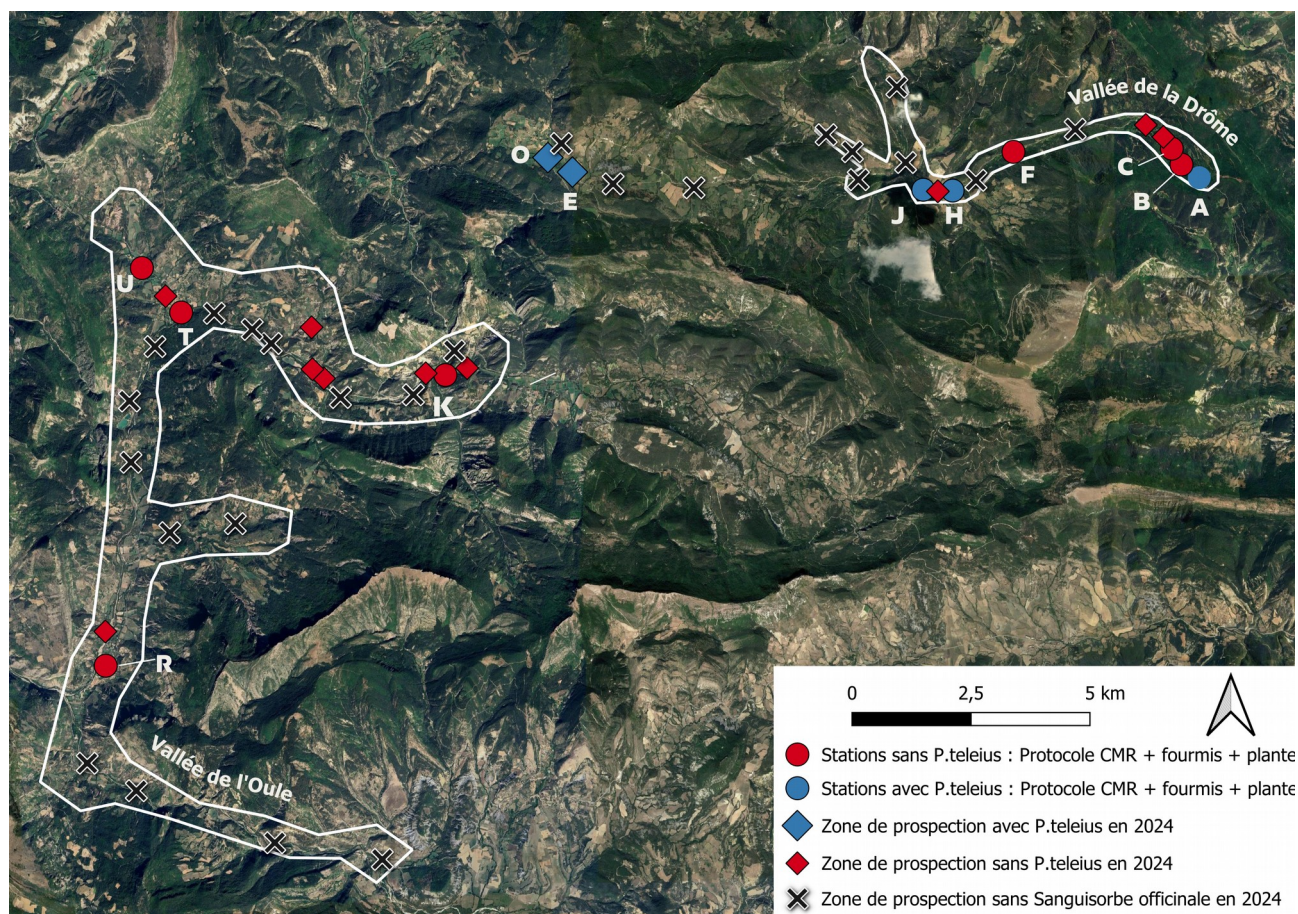


Figure 5: Carte des résultats des recherches de l'Azuré de la sanguisorbe sur les prairies à Sanguisorbe officinale en 2024 sur les vallées de l'Oule et de la Drôme (©Antoine Albisson)

Au total, 104 azurés de la sanguisorbe sont marqués et 47 recapturés sur les cinq stations. Un individu s'est déplacé (E05, mâle) de la station E vers la station O, distantes de 550 m à vol d'oiseau et 720 m en suivant les corridors écologiques (90% lisière forestières humides, 10% fossé humide) (cf. annexe 2).

La station A est éloignée du groupement J-H de près de 5.25 km à vol d'oiseau. Ces éco-complexes sont séparés par des forêts de résineux et quelques prairies favorables à l'espèce. De même que E et O sont distants de 8 km du complexe J-H avec les mêmes habitats. Aucun individu ne s'est déplacé entre ces trois éco-complexes au cours de la période d'étude. La vallée de l'Oule est, quant à elle, isolée du plateau de Saint-Dizier par une distance de 5 km à vol d'oiseau, contenant des falaises calcaires et forêts de résineux. Sur l'ensemble des stations, moins de 1% des individus ont dispersé entre stations (cf. figure 5). Certains corridors semblent favorables à la dispersion au sein des éco-complexes. J-H, E-O et A-B-C comportent des zones intermédiaires riches en Sanguisorbe officinale.

3.2. Analyse des données de CMR sur la station A

Le marquage de 104 individus permet d'analyser les données des sessions de capture. Sur ces 104 individus : 49 sont des mâles et 55 des femelles. Le sex-ratio ne s'éloigne pas significativement du ratio 1 : 1 (p-value = 0.62, test binomial). En revanche, la répartition des effectifs est très inégale entre les stations (cf. tableau 1).

Tableau 1: Effectif de *Phengaris teleius* en 2024 : vallées de l'Oule et de la Drôme

Stations	Effectifs	Femelles	Mâles
A	56	30	26
H	1	1	0
J	1	1	0
E	15	7	8
O	31	15	16

Une seule station peut être analysée via le logiciel Mark. En effet, la station A avec 56 individus est la seule comportant assez d'individus et un protocole complet de CMR permettant une analyse fine des données (cf. figure 6). Les stations E et O ne bénéficient pas du même traitement car malgré un nombre important d'individus, très peu de recaptures ont été effectuées, et une communication tardive avec l'agriculteur a compromis la mise en place du protocole CMR.

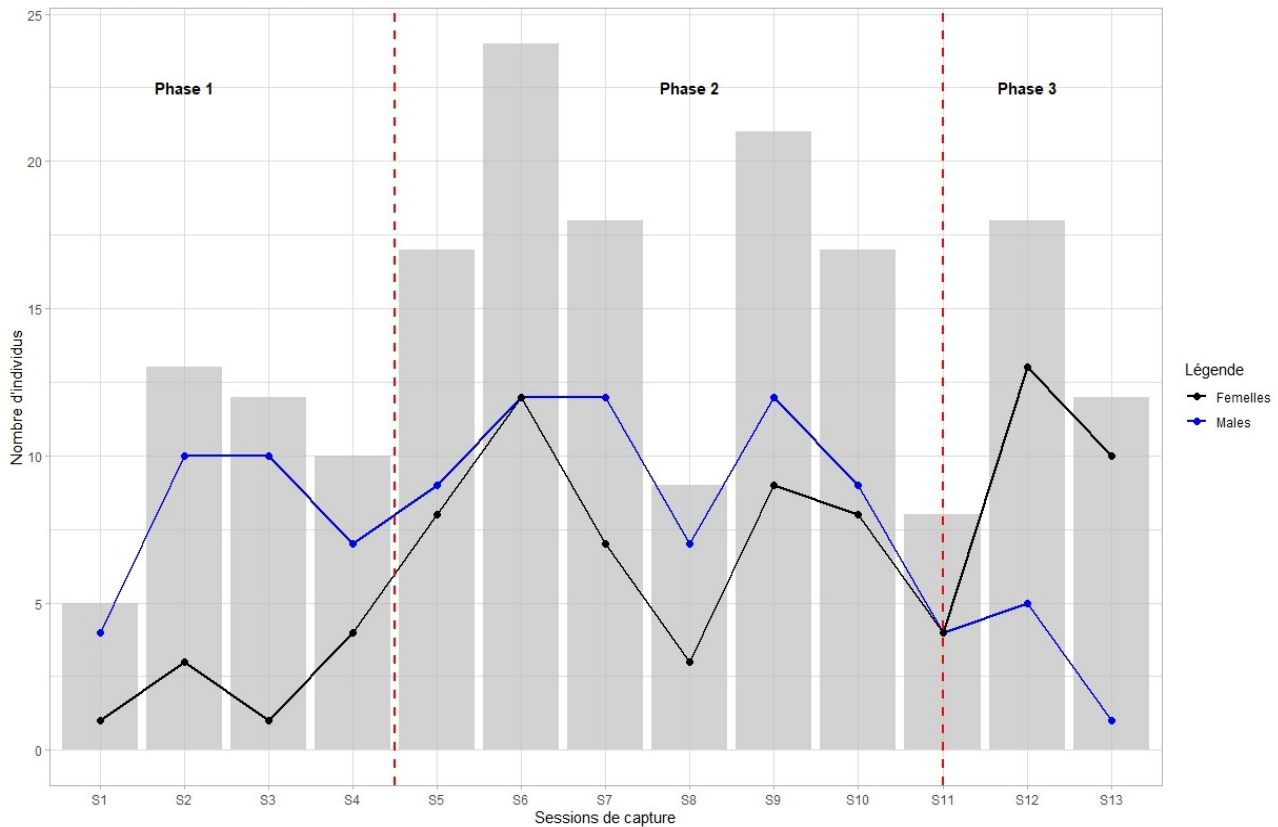


Figure 6: Estimation des effectifs de *Phengaris teleius* pour la station A via le modèle CJS (Modèle : M7). L'histogramme gris met en relief les effectifs par session de capture pour les deux sexes. Les courbes bleues et noires permettent de visualiser les effectifs pour chaque sexe.

Concernant la station A, la période de vol a débuté le 22 juillet pour finir le 13 août 2024. Ceci a permis la réalisation de 16 sessions de capture. La figure 6 ne montre que 13 sessions de capture, la première ne pouvant pas entrer en compte dans les calculs d'effectifs car ne présentant pas de valeur pour le paramètre p . Deux autres sessions ont été fusionnées avec des sessions proches chronologiquement afin d'améliorer la qualité du modèle (AIC =261 ; C-hat =1.06 ; déviance = 182.7) (cf. annexe 5) et de satisfaire la condition d'égale capturabilité des individus (p -value = 0.14, test du χ^2). Ce modèle (M7) est le plus performant des modèles testés et il vérifie les conditions de validité (cf. annexe 5). Il comporte une probabilité de recapture et une probabilité de survie constantes au cours du temps et égale entre les deux sexes. Seulement deux paramètres sont estimés : la probabilité de survie d'une session à l'autre ($\phi =0.78$), la probabilité de recapture ($p=0.76$). Ce dernier élément est à la base du calcul des effectifs quotidiens pour *P. teleius* (cf. figure 6).

La figure 6 montre un pic de vol à la session 6 (01/08/2024) avec 24 individus puis d'autres pics secondaires. La période de vol se découpe en trois phases distinctes ; la première présente une majorité de mâles, la seconde comporte des effectifs de mâles et de femelles dans les mêmes proportions et enfin la dernière comporte plus de femelles.

Pour la station A, la durée de vie moyenne des imagos est de 3,36 jours ($\pm 0,61$, test de Student à 95%) et le sex-ratio ne s'écarte pas significativement du ratio 1 : 1 (p-value = 0.68, test binomial). La durée de vie maximale d'un individu est évaluée à huit jours (A42, femelle) pour cette station.

3.3. Paramètres influençant l'abondance de *Phengaris teleius*

Les échantillonnages des fourmis dans les 10 prairies ont permis de récolter 2571 fourmis, dont 649 appartenant au genre *Myrmica* (25%). Les prairies comportent entre 4 et 13 pièges colonisés par le genre *Myrmica* sur les 16 pièges disposés ($\mu = 7.3$ pièges ; 45.6 %). Le minimum de quatre pièges colonisés est réalisé dans la prairie A soit celle comportant le plus d'Azuré de la sanguisorbe. Dans les 10 prairies testées via l'échantillonnage des fourmis (cf. figure 2), un test de student confirme qu'il y a plus de fourmis que sur les moyennes régionales de 30% (p-value=1.74x10e-5). Il n'y a aucune corrélation entre le nombre de *Myrmica* et l'abondance de l'Azuré de la sanguisorbe dans cette étude (p-value = 1, test de corrélation).

Les autres paramètres sont traités via un Global Linear Model (GLM) pour 12 prairies (E et O sont ajoutées, cf. figure 5). En effet, deux stations ayant été découvertes fin juillet, il n'est pas possible de réaliser un protocole fourmis à cette période et d'intégrer ce paramètre à l'analyse. L'utilisation d'un modèle de régression multiple (lm) n'est pas permise dans ce cas, la variable « abondance de *P. teleius* » ne permet pas de retrouver une loi normale dans cette étude (p-value = 8.05x10e-5, test de shapiro). Un GLM est alors utilisé car plus adapté pour ces données.

Tableau 2: Résultats du Global Linear Model présentant l'abondance d'Azuré de la sanguisorbe en fonction des paramètres des stations étudiées

GLM	Estimation	Erreur Standard	P-value
Intercept	-4.22	5	3.37x10e-5
Surface en Sanguisorbe	2.7x10e-3	1.9x10e-4	6.93x10e-7
Pourcentage en ligneux	-1.68x10e-1	2.7x10 ⁻²	2.6x10e-4
Date de gestion de la zone	2x10e-1	2.5x10e-2	3.64x10e-5

Le GLM est d'abord testé avec tous les paramètres cités en matériels et méthodes. Puis un choix des variables les plus pertinentes est opéré. La méthode BIC (Husson, 2018) (cf. annexe 7) élabore un graphique permettant de choisir les variables intéressantes pour améliorer le modèle. Les résultats du GLM, une fois les variables triées, sont affichés dans le tableau 2.

Seulement trois éléments ressortent comme prépondérant pour expliquer l'abondance de *P. teleius* : la surface recouverte par la Sanguisorbe officinale, le pourcentage de la station recouvert par des ligneux et la date de gestion de la station. Ces trois variables sont grandement significatives et présentent une estimation assez faible. La surface en sanguisorbe et la date de gestion de la zone sont positivement corrélées à l'abondance du papillon. Au contraire, plus le pourcentage de ligneux augmente plus l'effectif d'Azuré de la sanguisorbe de la station est faible (cf. tableau 2).

4. Discussions

4.1. Situation géographique de *Phengaris teleius*

L'Azuré de la sanguisorbe n'est pas contacté en 2024 sur la vallée de l'Oule. Les trois stations notées en 2019 semblent être éteintes. Néanmoins, la chenille peut rester 22 mois dans les fourmilières (Witek et al., 2011). Il est nécessaire de poursuivre le travail en 2025 avant de pouvoir confirmer l'extinction locale de l'espèce. L'accueil du papillon est encore possible au vu des analyses mais si la disparition se confirme, il est peu probable qu'une recolonisation naturelle ait lieu. La distance à la première station et les milieux défavorables pour l'espèce semblent des obstacles de taille (cf. figure 5 , cf. annexe 1).

La situation semble bien meilleure pour les deux stations découvertes à Saint-Dizier-en-Diois sur le plateau reliant les deux vallées d'étude (cf. tableau 1 ; cf. annexe 2). En effet, les deux stations sont proches l'une de l'autre et comporte 15 et 31 individus notés en 2024. Un individu a dispersé d'une station à l'autre. Cette connexion entre les deux stations est essentielle pour la survie des populations de l'espèce en raison de son fonctionnement en métapopulation (Nowicki et al., 2007).

Les effectifs d'Azuré de la sanguisorbe en vallée de la Drôme ont connu un fort déclin entre 2019 et 2024. Une station semble éteinte (B), deux sont en mauvais états (H et J) avec seulement une femelle contactée. La station H comportait 19 individus lors d'un unique passage en 2019, laissant paraître une population dynamique. Avec six individus dans les mêmes conditions d'observation, la station J était peut-être moins dynamique dès 2019 (Chauvet & Coutout, 2019). Une station avait déjà disparu entre les premiers relevés de l'espèce en 2000 et l'étude de 2019. Ce constat montre un affaiblissement de la métapopulation présente autour des stations H et J. Seule la station A connaît une population importante avec 56 individus notés (cf. tableau 1). Elle comporte un effectif conséquent durant près de 23 jours mais ne communique avec aucune autre zone autour.

Une faible proportion des individus disperse en général ; 6 à 7 % des *P. teleius* change de station au cours de leur période de vol (Nowicki et al., 2005a; Nowicki, 2017). Dans cette étude, seulement 1 individu a dispersé sur 104 marqués. L'effectif total est faible et ne permet pas de conclure quant à la proportion de dispersants, néanmoins la situation géographique démontre des fragmentations dans l'habitat de l'espèce (cf. tableau 1 ; cf. figure 5). De plus, l'émigration des individus est densité-dépendante chez *P. teleius* et n'est donc pas favorisée par les faibles effectifs observés (Nowicki & Vrabec, 2011). Les éco-complexes sont séparés par des habitats défavorables pour le déplacement ou la reproduction sur des distances très importantes, ce qui défavorise également les échanges (Nowicki, 2017). Le fonctionnement de chaque éco-complexe n'est pas similaire aux concepts de métapopulation décrit dans les populations européennes et peut largement contribuer aux extinctions locales (Saccheri et al., 1998; Rozier, 1999). Néanmoins des corridors intéressants existent au sein de trois éco-complexes (A-B-C, E-O et H-J) et pourraient favoriser les dispersions et recolonisations dans les années qui viennent.

4.2. Comparaison de la station A avec les connaissances sur l'espèce

Le protocole CMR et l'analyse des données qui en découle démontre un ou des pics de vol plutôt en milieu de période de vol et trois phases distinctes décrites en résultat. Ces trois phases sont assez caractéristiques de l'espèce. L'émergence est plus précoce pour les mâles que pour les femelles et correspond aux observations réalisées en CMR (Nowicki et al., 2005a; Baillet & Bellour, 2013). De la même manière, la durée de vie observée (3.36 jours) est assez similaire aux autres études sur l'espèce (2.5 à 3.5 jours) (Nowicki et al., 2005b; Wynhoff et al., 2008; Baillet & Guicherd, 2021), tout comme le sex-ratio qui n'est pas significativement différent de 1 : 1 (Nowicki et al., 2005a; Nowicki & Vrabec, 2011). Le meilleur modèle fait apparaître la probabilité de survie comme constante au cours du temps, ce qui est retrouvé dans d'autres études sur l'espèce ou sur d'autres papillons lorsque les conditions météorologiques sont stables (Watt et al., 1997; Nowicki et al., 2005b). Les taux de recapture semblent être dans les mêmes proportions que d'autres études sur le sujet (Baillet & Guicherd, 2021). L'ensemble de ces paramètres est conforme à ce qui est rencontré pour cette espèce, ce qui semble indiquer un bon état de la population présente sur la station A.

Peu de données sont disponibles concernant les tailles d'effectifs de *Phengaris teleius*. Les contextes sont différents entre les populations européennes de l'ouest et celles de l'est (les plus étudiées). Ainsi, des populations de Pologne comptent plus de 1000 individus alors que celles de Savoie n'en compte que 50 ou 200 (Nowicki et al., 2005b; Baillet & Bellour, 2013; Baillet & Guicherd, 2021). Il est compliqué d'établir un diagnostic à partir de la comparaison des effectifs, d'autant plus sans avoir le recul sur la population étudiée.

4.3. Les paramètres influençant l'abondance de l'Azuré de la sanguisorbe

L'échantillonnage des fourmis démontre un accueil potentiel pour le papillon dans les 10 prairies étudiées. Un minimum de 4 pièges sur 16 avec présence de *Myrmica* est relevé sur la prairie A. L'absence ou les faibles effectifs du papillon ne sont pas liés à la faible répartition des *Myrmica* sur les prairies des vallées de l'Oule ou de la Drôme, comme l'indique l'absence de corrélation. Cependant l'identification au genre ne permet pas de savoir si les *Myrmica* récoltées sont les plus compétentes pour accueillir le papillon. Cette notion de compétence et de spécificité de certaines espèces de *Myrmica* est largement remise en question (Witek et al., 2010, 2011). De plus, l'Azuré de la sanguisorbe est le *Phengaris* avec le plus large spectre d'hôtes. Le manque de connaissance sur la spécificité hôte-parasite en Drôme ne pourrait amener à une conclusion plus précise (Tartally et al., 2019).

Les autres éléments relevés ont permis d'élaborer un modèle robuste pour expliquer l'abondance du papillon (cf. tableau 2). Seulement trois paramètres ressortent comme primordiaux dans cet échantillon de stations. La surface en *S. officinalis* est significative pour expliquer l'abondance de l'Azuré, mais son coefficient estimé est faible. Ceci s'explique par le fait que la plante-hôte est présente sur une très grande surface sur la station A (cf. annexe 6) et qu'elle obtient également le plus grand nombre d'Azuré de la sanguisorbe. Concernant la gestion de la parcelle et la proportion de ligneux, ces deux paramètres semblent tout aussi importants pour identifier les zones où *P. teleius* vole en nombre. Ces deux éléments obtiennent un coefficient plus élevé que la surface en *S. officinalis*. Les prairies à *P. teleius* semblent plus homogènes sur la couverture en ligneux et période de gestion (cf. annexe 6). Ces trois variables sont les plus citées comme des paramètres majeurs pour la survie de l'espèce (Rozier, 1999; Kőrösi et al., 2014), à laquelle il est possible d'ajouter l'abondance de fourmilières bien qu'il ne soit pas démontré comme significativement important ici.

4.4. Limites de l'étude

Les suivis sur les papillons nécessitent des travaux sur plusieurs années notamment en raison de leur forte réponse aux aléas météorologiques (Habel et al., 2007). Ceci est particulièrement vrai pour l'Azuré de la sanguisorbe qui peut rester un hiver de plus dans les fourmilières afin de palier à une « mauvaise année » (Witek et al., 2011). Un suivi en 2025 permettra d'affiner les résultats présentés.

Bien que l'étude ait pu couvrir une majeure partie de la période de vol du papillon. Il subsiste néanmoins la possibilité, dans une année particulièrement pluvieuse au printemps (Météofrance, 2024), que des individus émergent jusqu'à mi-septembre. Bien que très peu probable au vu des connaissances sur l'espèce en France, cela reste une possibilité (Baillet & Guicherd, 2021).

Le changement climatique peut également jouer un rôle majeur et cela est difficilement perceptible sur une étude d'un an. Les changements de réurrence météorologique d'une année sur l'autre ne favorisent pas la gestion de la parcelle à une date régulière. Un printemps humide comme en 2024 (Météofrance, 2024) favorise des fauches et pâturages tardifs (début juillet pour une partie des zones). Des débuts d'années secs et chauds favorisent des gestions précoces (Météofrance, 2023a). Cette variabilité influence la floraison de la Sanguisorbe et donc *in fine* le papillon (Kőrösi et al., 2014). Le manque de données avant 2024 ne permet pas d'étudier cette hypothèse.

Deux autres éléments ne sont pas pris en compte dans cette étude pouvant affecter le papillon. Il s'agit des intrants chimiques ou naturels ainsi que de l'historique de gestion de la parcelle. Ces deux paramètres peuvent aider à comprendre la répartition de la Sanguisorbe ainsi que les éventuels bouleversements pour les *Myrmica* ou *P. teleius*.

Le paramètre « altitude » n'est pas retenu comme déterminant concernant cette analyse. Néanmoins toutes les stations trouvées avec le papillon se trouvent au-dessus de 800 m d'altitude. Ce manque de significativité est notamment dû à plusieurs zones de prospections intégrées dans les 12 prairies favorables à l'espèce et qui n'ont obtenu aucun individu en 2024 (cf. annexe 6). Ceci est aussi applicable au paramètre « *Myrmica* ». L'échantillonnage peut-être considéré comme insuffisant au vu d'autres études sur le sujet (Grangier, 2022). L'analyse du cortège de fourmis pourrait livrer davantage de conclusions concernant la composition de la communauté. Celle-ci peut contenir des fourmis prédatrices et expliquer d'avantage l'absence de *P. teleius*. Les chenilles peuvent être prédatées avant d'être trouvées par les *Myrmica* (Baillet & Guicherd, 2021; Grangier, 2022).

4.5. Gestions et perspectives

La probable disparition dans la vallée de l'Oule doit largement attirer l'attention. L'espèce semble s'éteindre rapidement (5 ans). Quelques causes sont identifiées par cette étude : la surface disponible en sanguisorbe, l'embroussaillement des prairies humides ou encore la période de gestion de la parcelle (cf. tableau 2). Cette étude doit engendrer une réaction rapide pour conserver le papillon en vallée de la Drôme et sur le plateau de Saint-Dizier en Diois. Des recolonisations et des améliorations sont envisageable pour la vallée de la Drôme. Les stations H et J sont proches, tout comme A, B et C. Ces deux éco-complexes doivent concentrer les efforts de restauration afin de favoriser la conservation pérenne du papillon.

Plusieurs solutions peuvent-être mise en place pour favoriser la conservation du papillon. Puisqu'il se trouve exclusivement sur des zones à usage agricole en Drôme, il est impératif d'entamer un dialogue avec les agriculteurs. Il est nécessaire de leurs proposer des solutions en accord avec leurs pratiques et leurs difficultés. Par exemple, des bandes non-fauchées avec présence de *S. officinalis*, lors d'années pluvieuses (fauche tardive), permet de grandement favoriser le papillon (Nowicki et al., 2005b). L'idéal pour l'espèce serait de ne pas intervenir entre 15 juin et le 15 septembre afin de laisser la Sanguisorbe fleurir puis les chenilles se nourrir (Rozier, 1999). Cette méthode pourrait être accompagnée de compensations financières puisque l'espèce fait partie du PNA Rhopalocère et permet de bénéficier des contrats Natura 2000 (Houard & Jaulin, 2018). Des efforts sur la réouverture des milieux doivent être envisagés sur certaines parcelles proches de la station A (notamment les stations B et C) (cf. figure 5). Le bénéfice est double, le bétail pourrait pâturer à nouveau les stations sur des dates adéquates et les hôtes ainsi que le papillon retrouveraient un milieu favorable. Une dernière hypothèse envisageable est de semer la Sanguisorbe officinale. Certaines mesures du PNA prévoient d'accompagner les agriculteurs en fournissant les semences des plantes pour favoriser des papillons rares et protégés dont *P. teleius* (Houard & Jaulin, 2018). Ces propositions de gestion sont à privilégier sur les stations existantes mais peuvent-être envisagée sur des prairies adjacentes.

Une analyse génétique est en cours avec le laboratoire d'écologie alpine (LECA) et le chercheur Jésus Mavarez. Elle pourra mettre au jour plusieurs éléments qui ne sont pas visibles avec ce type d'étude CMR. Un historique récent de la taille des populations, l'isolement des populations, la différenciation génétique par rapport aux autres départements de Rhône-Alpes ou encore des éventuels problèmes de consanguinité sont les éléments recherchés. Ces analyses pourraient compléter les résultats présentés dans ce rapport et guider les axes prioritaires d'action.

4.6. Conclusion

Cette étude permet d'établir un état de conservation pour l'Azuré de la sanguisorbe sur les vallées de l'Oule et de la Drôme. La situation en vallée de l'Oule semble bien compromise à l'heure actuelle, l'espèce semble éteinte, une confirmation en 2025 est nécessaire. Le plateau de Saint-Dizier-en-Diois conserve une métapopulation intéressante et fonctionnelle, des efforts doivent être entrepris afin de conserver l'existant. L'Azuré de la sanguisorbe est dans un mauvais état de conservation dans la vallée de la Drôme. Des corridors et des prairies sont à restaurer dans les années à venir. Mais les mesures proposées pourraient enrayer la dynamique voir l'inverser. La mise en place de ces gestions pourrait d'abord bénéficier à l'Azuré de la sanguisorbe et à la biodiversité en générale (Strong et al., 1984). Des réintroductions, des introductions ou des renforcements doivent être étudiés afin d'éviter une disparition rapide et totale de l'Azuré de la sanguisorbe en Auvergne-Rhône-Alpes.

Bibliographie

- Anton, C., Musche, M., Hula, V. & Settele, J. (2008) *Myrmica* host-ants limit the density of the ant-predatory large blue *Maculinea nausithous*. *Journal of Insect Conservation*, 12, 511–517.
- Anton, C., Musche, M. & Settele, J. (2007) Spatial patterns of host exploitation in a larval parasitoid of the predatory dusky large blue *Maculinea nausithous*. *Basic and Applied Ecology*, 8, 66–74.
- Baillet, Y. & Bellour, S. (2013) Suivi scientifique de *Coenonympha oedippus* et *Phengaris teleius* sur l'ENS du marais de Montfort - Isère (38). Flavia APE.
- Baillet, Y. & Guicherd, G. (2018) Liste rouge des Papillons diurnes de Rhône-Alpes. <http://www.flavia-ape.fr/wp-content/uploads/2018/04/LR-Rhopaloc%C3%A8res-et-Zyg%C3%A8nes-de-Rh%C3%B4ne-Alpes-Mars-2018.pdf>.
- Baillet, Y. & Guicherd, G. (2021) Evaluation de l'état de conservation de la population de *Phengaris teleius* (Azuré de la sanguisorbe) et proposition de gestion pour la zone de Peyrieu, Ain (01). Flavia APE.
- Barbero, F., Bonelli, S., Thomas, J.A., Balletto, E. & Schönrogge, K. (2009) Acoustical mimicry in a predatory social parasite of ants. *Journal of Experimental Biology*, 212, 4084–4090.
- Bence, S. (2014) Bilan des connaissances de l'Azuré de la sanguisorbe *Maculinea teleius* en région PACA: Répartition, état de conservation, représentation au sein du réseau Natura 2000.
- Bensettiti, F. & Gaudillat, V. (2002) Cahier d'habitats Natura 2000 - Espèces animales.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., et al. (2010) Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328, 1164–1168. American Association for the Advancement of Science.
- Chauvet & Coutout, J. (2019) Actualisation des données pour *Phengaris teleius* sur les départements de la Drôme et de l'Ardèche dans le cadre du PNA 'papillons de jour'.
- Chmargounof, G. & Kaufmann, B. (2013) Conservation des pelouses sèches à Azuré du serpolet, étude des communautés de Lycènes, de fourmis et de plantes sur le plateau de l'île Crémieu.
- Cooch, E. & White, G. (2014) Program Mark.
- Decoin, R., Cochard, A., Gens Hadrien, Celine Mazuez, Gagnaison, C., Genin, C. & Tissot, B. (2022) Etude écologique du Fadet des tourbières (*Coenonympha tullia*) sur les populations du vallon de la Bonavette - 2021 (France, 25). [object Object].
- Delpon, G. (2018) Conservation ecology of butterflies and dragonflies in France. [object Object].
- Dupont, P. (2014) Le Chronoventaire. Un protocole d'acquisition de données pour l'étude des communautés de Rhopalocères et Zygènes. Version 1.
- Dupont, P., Auroux, D. & Bachelard, P. (2010) Plan national d'actions en faveur des *Maculinea*. Office pour les insectes et leur environnement-Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.
- Ebsen, J.R., Boomsma, J.J. & Nash, D.R. (2019) Phylogeography and cryptic speciation in the *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846 species complex (Hymenoptera: Formicidae), and their conservation implications. *Insect Conservation and Diversity*, 12, 467–480.
- Figurny, E. & Woyciechowski, M. (1998) Flowerhead selection for oviposition by females of the sympatric butterfly Species *Maculinea teleius* and *Maculinea nausithous*.
- Fontaine, B. (2018) Portrait agricole de la Drôme - Agreste Auvergne-Rhône-Alpes.

- François, D. & Le Féon, V. (2017) Abeilles sauvages et dépendances vertes routières, 119.
- Franzén, M. & Johannesson, M. (2007) Predicting extinction risk of butterflies and moths (Macrolepidoptera) from distribution patterns and species characteristics. *Journal of Insect Conservation*, 11, 367–390.
- Fric, Z., Wahlberg, N., Pech, P. & Zrzavý, J. (2007) Phylogeny and classification of the *Phengaris–Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. *Systematic Entomology*, 32, 558–567.
- Galkowski, C. (2024) Protocole et identification des fourmis par l'association AntArea. *AntArea*. <http://antarea.fr/fourmi/> [accessed 6 May 2024].
- Ghazanfar, M., Malik, M.F., Hussain, M., Iqbal, R. & Younas, M. (2016) Butterflies and their contribution in ecosystem: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*.
- Goulson, D. & Bataille, A. (2023) Terre silencieuse: empêcher l'extinction des insectes. Rouergue, Arles.
- Grangier, J. (2022) Suivi écologique de la myrmécofaune de deux sites d'intérêt pour la conservation de l'Azuré du serpolet (Chatuzange-le-Goubet, Drôme).
- Guérin, C. (2021) Suivi des populations de *Phengaris teleius* sur la commune de Peyrieu (Ain). Inventaire des fourmis du genre *Myrmica*.
- Habel, J.C., Schmitt, T., Härdtle, W., Lütkepohl, M. & Assmann, T. (2007) Dynamics in a butterfly–plant–ant system: influence of habitat characteristics on turnover rates of the endangered lycaenid *Maculinea alcon*. *Ecological Entomology*, 32, 536–543.
- Habel, J.C., Ulrich, W., Biburger, N., Seibold, S. & Schmitt, T. (2019) Agricultural intensification drives butterfly decline. *Insect Conservation and Diversity*, 12, 289–295.
- Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12, 1–21.
- Hentz, J.-L., Dhondt, J.-P. & Dauguet, P. (2022) Guide photographique des papillons de jour et zygènes de France. Gard nature, Beaucaire.
- Hinz, R. & Horstmann, K. (2007) Über Wirtsbeziehungen europäischer Ichneumon-Arten.
- Houard, X. & Jaulin, S. (2018) Plan National d'Action en faveur des papillons de jour de France métropolitaine 2018-2028.
- Husson, F. (2018) R pour la statistique et la science des données. Presses universitaires de Rennes, Rennes.
- Infoclimat (2024) Indicateur de précipitations 2022 et 2023 pour la France. https://www.infoclimat.fr/climato/indicateur_national_RR.php.
- Kaufmann, B. (2014) Protocole d'échantillonnage simple permettant d'évaluer la présence et l'importance des *Myrmica* au sein des communautés de fourmis.
- Kőrösi, Á., Szentirmai, I., Batáry, P., Kövér, S., Örvössi, N. & Peregovits, L. (2014) Effects of timing and frequency of mowing on the threatened scarce large blue butterfly – A fine-scale experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196, 24–33.
- Ladislas, M. (2019) Étude de la dynamique de population de l'Azuré du serpolet par CMR.
- Lafranchis, T. (2014) Papillons de France: guide de détermination des papillons diurnes (rhopalocères, zygènes et hétérocères diurnes). Diatheo, Paris?

- Lafranchis, T., Jutzeler, D., Guillosson, J.-Y., Kan, P. & Kan, B. (2015) La vie des papillons: écologie, biologie et comportement des Rhopalocères de France. Diatheo, Paris.
- Lebas, C. & Blatrix, R. (2013) Fourmis de France, de Belgique et du Luxembourg. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Légifrance (2007) Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. - Légifrance.pdf. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000465500>.
- Maes, D. & Van Dyck, H. (2001) Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? *Biological Conservation*, 99, 263–276.
- Météofrance (2023a) Synthèse climatique de l'année 2022. https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_climatique_definitif_2022_130123_synthese_P1-23.pdf.
- Météofrance (2023b) Été 2023: 4ème rang des plus chauds en France. <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/ete-2023-au-4e-rang-des-plus-chauds-en-france>.
- Météofrance (2024) Bilan météorologique du printemps 2024.
- Moussus, J.-P., Lorin, T. & Cooper, A. (2022) Guide pratique des papillons de jour: tous les Papilionoidea de France métropolitaine. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Nowicki, P. (2017) Survey precision moderates the relationship between population size and stability. *Biological Conservation*, 212, 310–315.
- Nowicki, P., Bonelli, S., Barbero, F. & Balletto, E. (2009) Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. *Oecologia*, 161, 227–239.
- Nowicki, P., Pepkowska, A., Kudlek, J., Skórka, P., Witek, M., Settele, J. & Woyciechowski, M. (2007) From metapopulation theory to conservation recommendations: Lessons from spatial occurrence and abundance patterns of *Maculinea* butterflies. *Biological Conservation*, 140.
- Nowicki, P. & Vrabec, V. (2011) Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia*, 167, 657–665.
- Nowicki, P., Witek, M., Skórka, P., Settele, J. & Woyciechowski, M. (2005a) Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Population Ecology*, 47, 193–202.
- Nowicki, P., Witek, M., Skórka, P., Settele, J. & Woyciechowski, M. (2005b) Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Population Ecology*, 47, 193–202.
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321–326.
- Orford, K.A., Vaughan, I.P. & Memmott, J. (2015) The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 20142934.
- Oro, D., Stefanescu, C., Alba, M., Capitán, J., Ubach, A. & Genovart, M. (2022) Factors affecting survival and dispersal of the comma butterfly in a high mountain deciduous forest habitat. *Animal Biodiversity and Conservation*, 1–11.
- Popovic, A. & Popovic, M. (2014) Cycle de vie de *Phengaris teleius*.
- Richard, D. & Maquart, P.-O. (2023) La vie des papillons d'Europe. Delachaux et Niestlé, Paris.

- Rozier, Y. (1999) Contribution à l'étude de la Biologie de la Conservation de *Maculinea* sp. (LEPIDOPTERA: LYCAENIDAE) dans les zones humides de la vallée du Haut-Rhône.
- Saccheri, I., Kuussaari, M., Kankare, M., Vikman, P., Fortelius, W. & Hanski, I. (1998) Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. *Nature*, 392, 491–494.
- Schönrogge, K., Wardlaw, J.C., Thomas, J.A. & Thomas, G.W. (2000) Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 267, 771–777.
- Schtickzelle, N., Baguette, M. & Boulengé, É.L. (2003) Modelling insect demography from capture–recapture data: comparison between the constrained linear models and the Jolly–Seber analytical method. *The Canadian Entomologist*, 135, 313–323.
- Schtickzelle, N., Le Boulengé, E. & Baguette, M. (2002) Metapopulation dynamics of the bog fritillary butterfly: demographic processes in a patchy population. *Oikos*, 97, 349–360.
- Śliwińska, E.B., Martyka, R., Martyka, M., Cichoń, M. & Tryjanowski, P. (2019) A biotrophic fungal infection of the great burnet *Sanguisorba officinalis* indirectly affects caterpillar performance of the endangered scarce large blue butterfly *Phengaris teleius*. *Insect Science*, 26, 555–568.
- Soissons, A., Baillet, Y., Bal, B. & Bachelard, P. (2019) Etat des lieux pour la région Auvergne-Rhône-Alpes du Plan National d'Action en faveur des Papillons de jour. https://papillons.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2021/05/etat_des_lieux_papillons_pna_aura_v5_bd.pdf.
- Soubeyroux, J.-M., Bernus, S., Corre, L., Drouin, A., Dubuisson, B., Etchevers, P., et al. (2020) Les nouvelles projections climatiques de référence pour la métropole - DRIAS 2020.
- Stankiewicz, A.M. & Sielezniew, M. (2002) Host specificity of *Maculinea teleius* and *M. nausithous*: the new insight.
- Stefanescu, C., Torre, I., Jubany, J. & Páramo, F. (2011) Recent trends in butterfly populations from north-east Spain and Andorra in the light of habitat and climate change. *Journal of Insect Conservation*, 15, 83–93.
- Strong, Donald R., Lawton, J.H., Southwood, R. & Strong, Donald Raymond (1984) *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Tartally, A., Thomas, J.A., Anton, C., Balletto, E., Barbero, F., Bonelli, S., et al. (2019) Patterns of host use by brood parasitic *Maculinea* butterflies across Europe. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 374, 20180202.
- Tartally & Varga (2008) Host ant use of *Maculinea teleius* in the Carpathian basin (Lepidoptera: lycaenidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 257–268.
- Thomas, J.A. (1995) The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. In *Ecology and Conservation of Butterflies* (ed A.S. Pullin), pp. 180–197. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Thomas, J.A. (2016) Butterfly communities under threat. *Science*, 353, 216–218.
- Thomas, J.A., Elmes, G.W., Wardlaw, J.C. & Woyciechowski, M. (1989) Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia*, 79, 452–457.
- Thomas, J.A. & Settele, J. (2004) Butterfly mimics of ants. *Nature*, 432, 283–284.
- UICN France, MNHN, OPIE & SEF (2014) Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre: papillons de jour en France Métropolitaine. <https://uicn.fr/liste-rouge-papillons-de-jour/>.
- Van Swaay, C. & Warren, M. (1999) Red data book of European butterflies. *Nature and Environment*.

- Vannucci, O., Vallet, J. & Banasiak, M. (2014) Réactualisation des stations de plantes hôtes des *Maculinea alcon* et *Maculinea teleius* dans le département de la Sarthe et recherche des pontes et des imagos de *Maculinea*.
- Warren, M.S., Maes, D., Van Swaay, C.A.M., Goffart, P., Van Dyck, H., Bourn, N.A.D., et al. (2021) The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, e2002551117.
- Watt, W.B., Chew, F.S., Snyder, L.R.G., Watt, A.G. & Rothschild, D.E. (1997) Population structure of pierid butterflies.
- Witek, M., Nowicki, P., Śliwińska, E.B., Skórka, P., Settele, J., Schönrogge, K. & Woyciechowski, M. (2010) Local host ant specificity of *Phengaris* (*Maculinea*) *teleius* butterfly, an obligatory social parasite of *Myrmica* ants. *Ecological Entomology*, 35, 557–564.
- Witek, M., Skórka, P., Śliwińska, E.B., Nowicki, P., Moroń, D., Settele, J. & Woyciechowski, M. (2011) Development of parasitic *Maculinea teleius* (Lepidoptera, Lycaenidae) larvae in laboratory nests of four *Myrmica* ant host species. *Insectes Sociaux*, 58, 403–411.
- Wynhoff, I., Grutters, M. & Van Langevelde, F. (2008) Looking for the ants: selection of oviposition sites by two myrmecophilous butterfly species. *Animal Biology*, 58, 371–388.
- Wynhoff, I. & Van Langevelde, F. (2017) *Phengaris* (*Maculinea*) *teleius* butterflies select host plants close to *Myrmica* ants for oviposition, but *P. nausithous* do not. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 165, 9–18.

Annexes

Annexe 1 :

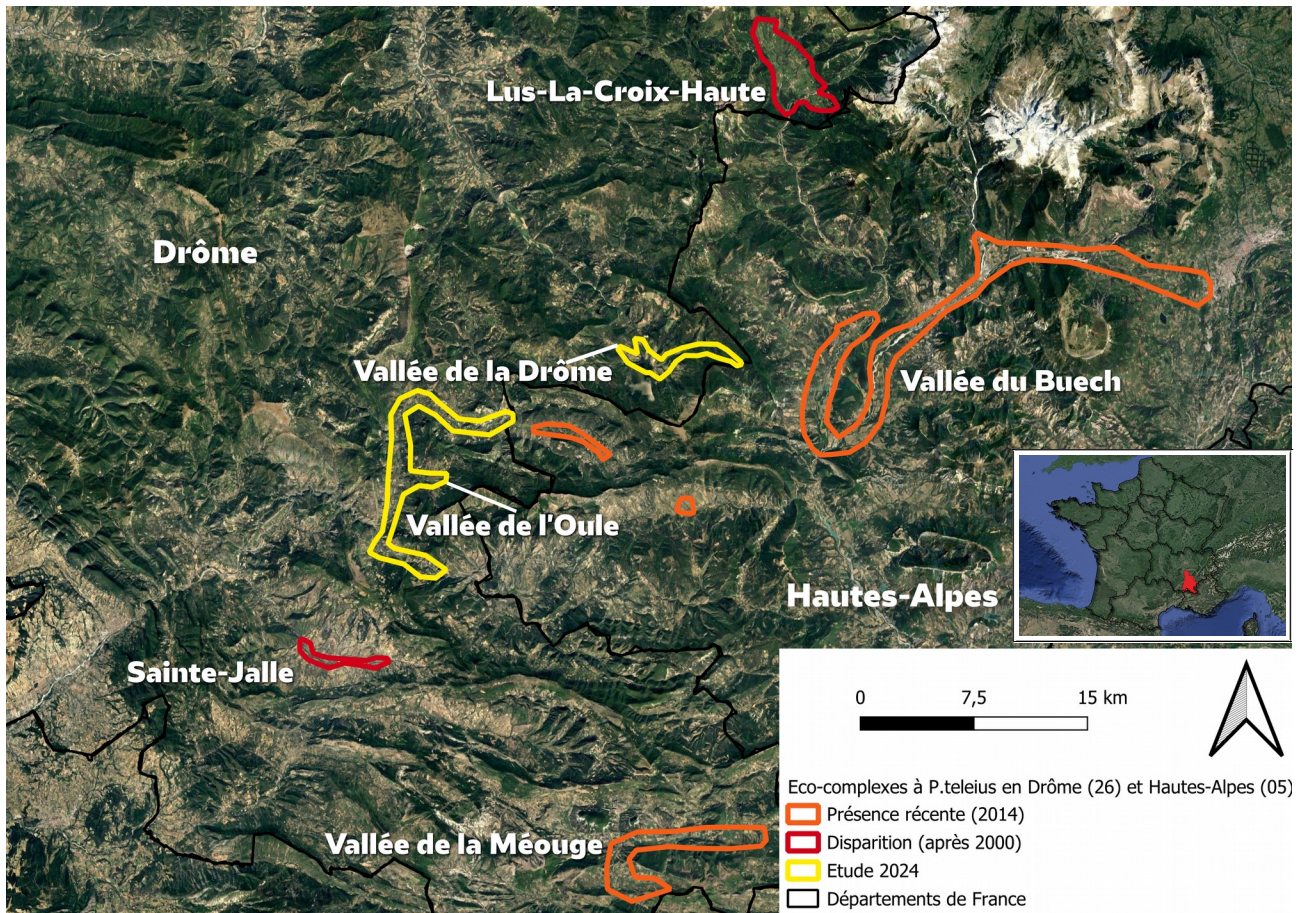


Figure 7: Carte des éco-complexes à *Phengaris teleius* dans le département de la Drôme (26) et des Hautes-Alpes (05). Fond de Carte via ©google_satellite (©Antoine Albisson)

Annexe 2 :

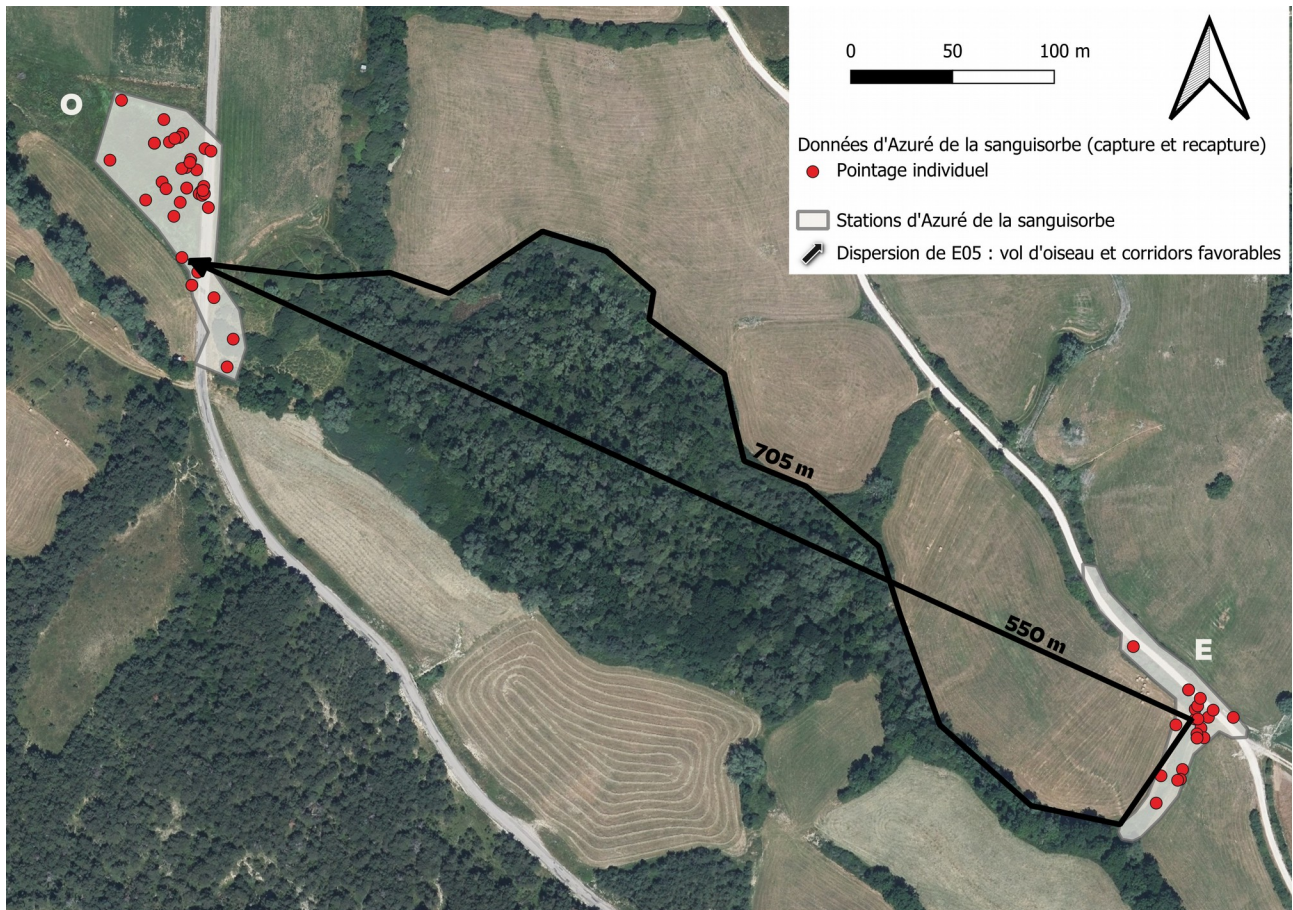


Figure 8: Cartographie du déplacement de l'individu E05 entre les stations E et O. Déplacement effectué le jour même en 45 minutes. Fond de carte : orthophotographie de la région Auvergne-Rhône-Alpes ©CRAIG (©Antoine Albisson)

Annexe 3 :



Figure 9: Photographie d'une femelle d'Azuré de la sanguisorbe noté A13 posée sur un bouton de Sanguisorbe officinale (Station A) (©Antoine Albisson)

Annexe 4 :



*Figure 10: : Photographie de bouton floraux de la Sanguisorbe officinale sur la station E
(©Antoine Albisson)*

Annexe 5 : Résultats des modèles CJS via le logiciel MARK

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weight	Model Likelihood	No. Par.	Deviance
{M7}	260.8677	0.0000	0.39669	1.0000	2	182.7701
{M8}	261.3112	0.4435	0.31779	0.8011	3	181.1205
{M4}	262.8548	1.9871	0.14688	0.3703	3	182.6641
{M3}	263.4334	2.5657	0.10998	0.2772	4	181.1173
{M6}	267.1103	6.2426	0.01749	0.0441	14	161.5748
{M2}	269.4418	8.5741	0.00545	0.0137	15	161.3680
{M14}	270.0280	9.1603	0.00407	0.0103	15	161.9541
{M15}	271.8393	10.9716	0.00164	0.0041	14	166.3039
{M13}	283.2674	22.3997	0.00001	0.0000	25	147.2244
{M5}	289.7666	28.8989	0.00000	0.0000	27	147.4964
{M11}	290.8953	30.0276	0.00000	0.0000	27	148.6251
{M10}	292.0491	31.1814	0.00000	0.0000	28	146.5764
{M1}	292.5344	31.6667	0.00000	0.0000	28	147.0617
{M9}	308.6092	47.7415	0.00000	0.0000	38	127.4031
{M12}	312.9597	52.0920	0.00000	0.0000	38	131.7537
{Modèle saturé}	346.1015	85.2338	0.00000	0.0000	49	115.7621

Figure 11: Ensemble des modèles testés sur le logiciel MARK lors des analyses de données de la station A

Tableau 3: Paramètres pour chaque modèle

Nom des modèles	Probabilité de survie	Probabilité de capture
M1	$\phi.(≠)$	pt(≠)
M2	$\phi.(≠)$	pt(=)
M3	$\phi.(≠)$	p.(=)
M4	$\phi.(≠)$	p.(=)
M5	$\phi.(=)$	pt(≠)
M6	$\phi.(=)$	pt(=)
M7	$\phi.(=)$	p.(=)
M8	$\phi.(=)$	p.(≠)
M9	$\phi t(≠)$	pt(=)
M10	$\phi t(≠)$	p.(≠)
M11	$\phi t(≠)$	p.(=)
M12	$\phi t(=)$	pt(≠)
M13	$\phi t(=)$	pt(=)
M14	$\phi t(=)$	p.(≠)
M15	$\phi t(=)$	p.(=)
Modèle saturé	$\phi t(≠)$	pt(≠)

Real Function Parameters of {M7}				
Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Lower	Interval Upper
1:Phi	0.7878155	0.0301476	0.7227859	0.8409471
2:p	0.7629137	0.0503639	0.6508939	0.8474152

Figure 12: Paramètres estimés pour le modèle M7, modèle le plus performant comportant Phi et P constant et égale pour les deux sexes

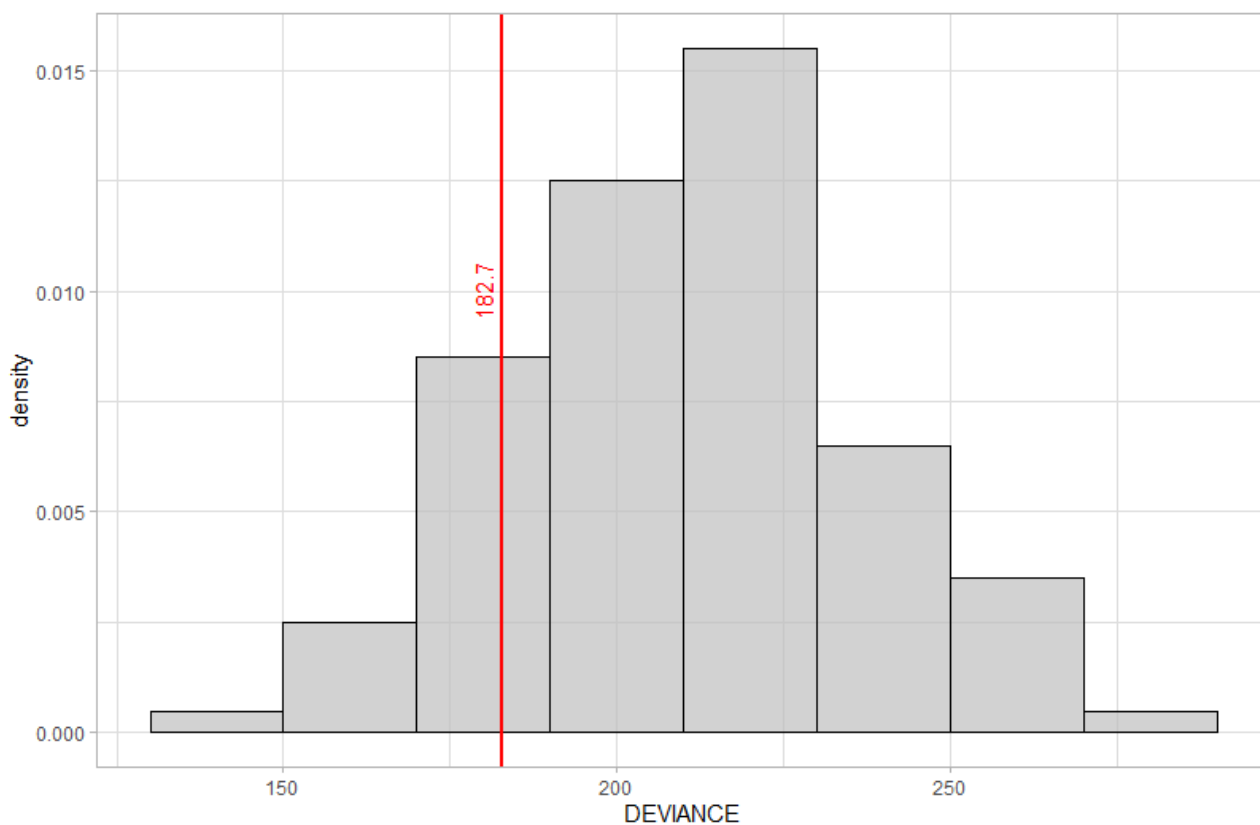


Figure 13: Analyse de la déviance du modèle M7 par Bootstrap. Le modèle se trouve dans les 95% des retirages des données.

Annexe 6 :

Tableau 4: tableau de données indiquant la valeur des paramètres relevés pour les 12 prairies, utilisé pour la construction du GLM

Nom du site	Code Site	Commune	NB teleius	Altitude	Pente	surface en sanguisorbe	% ligneux	Hauteur strate herbacée	Parcelle favorable la plus proche (m)	Gestion jour Julien
Col de Carabes	A	La Batie	56	1246	10,25	16687	15	21	415	264
Forêt Carabes	B	La Batie	0	1179	9,48	1370	90	17	415	259
Pont Drôme	C	Valdrôme	1	810	3	1827	0	35	596	193
Parcours Santé	J	Valdrôme	1	792	3	792	0	54	596	193
Mirador	F	Valdrôme	0	853	4	2139	0	51	1334	199
Marais	C	Valdrôme	0	1120	14	2542	85	27	416	259
La Charce	K	La Charce	0	618	0,5	648	25	98	2580	210
Maraicher	U	La Motte	0	567	3	2743	45	55	1104	195
La Motte Sud Est	T	La Motte	0	540	2	2717	25	82	1104	191
Rémuzat	R	Rémuzat	0	452	0	4589	45	95	7530	192
Plaine	O	Saint-Dizier	31	1039	2	7263	5	80	527	275
Canal	E	Saint-Dizier	15	1025	3	1133	20	90	527	275

Annexe 7 : Analyses du Global Linear Model

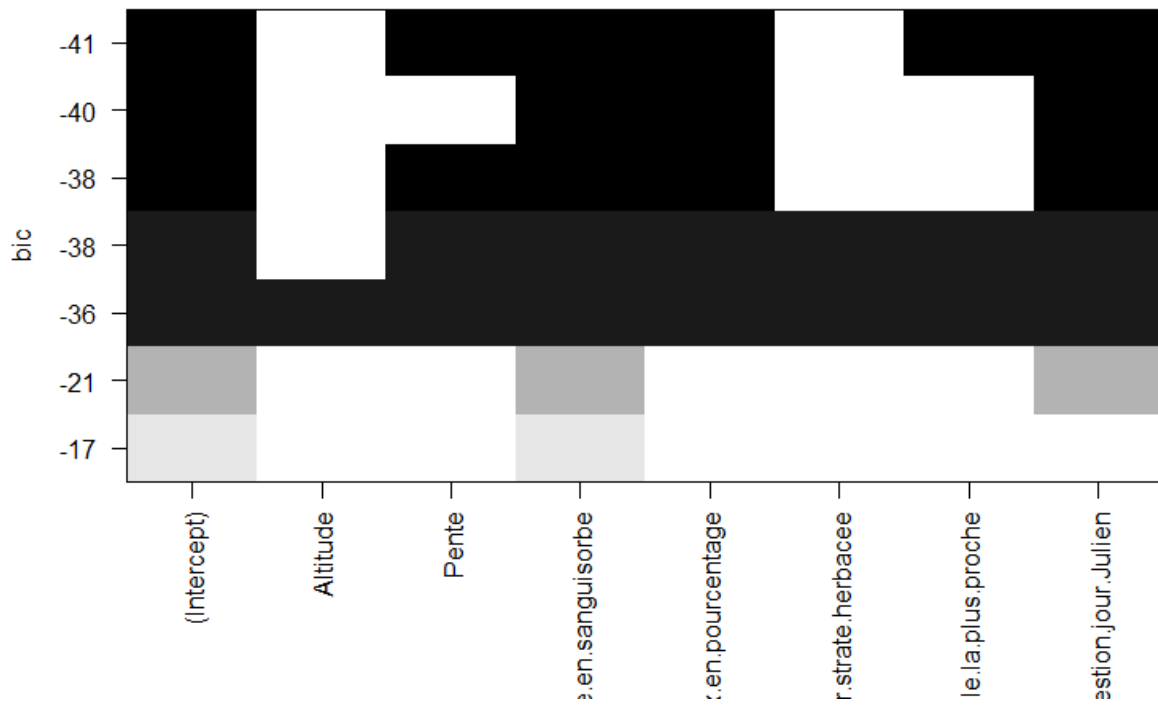


Figure 14: Graphique choix des variables pour le GLM via la méthode BIC

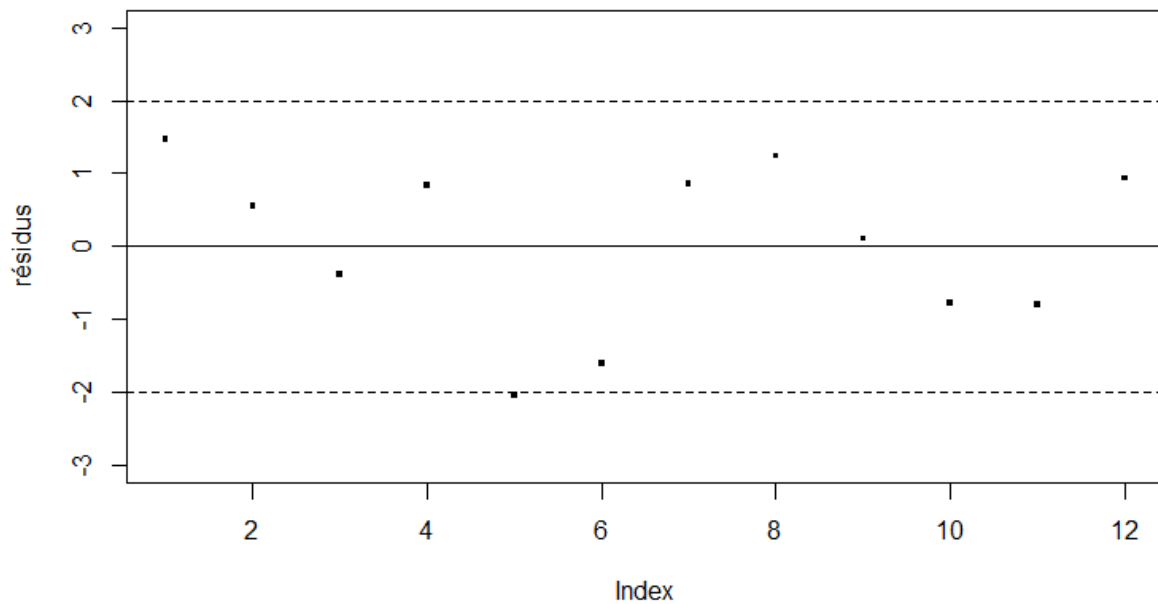


Figure 15: Graphique des résidus du modèle GLM

Résumé

L'Azuré de la sanguisorbe est un papillon protégé et menacé qui décline rapidement au niveau national. Sa présence en Drôme est connue mais peu étudiée. Un protocole de Capture-Marquage-Recapture est utilisé pour estimer les effectifs du papillon ainsi que d'autres paramètres sur les populations. Les prairies favorables sont mesurées sous plusieurs critères, avec une attention particulière sur les deux hôtes : La *Sanguisorba officinalis* et les *Myrmica*. Ces éléments permettent de mieux comprendre le potentiel d'accueil des prairies pour le papillon. Les résultats de l'étude permettent d'affirmer que l'espèce est en très mauvais état de conservation dans la vallée de l'Oule voir a déjà disparu. La vallée de la Drôme abrite toujours *Phengaris teleius* mais la situation est très compliquée pour l'espèce. Des actions doivent rapidement être menées. Enfin deux nouvelles stations sont découvertes sur un plateau d'altitude liant les deux vallées étudiées. Cette découverte laisse quelques espoirs quant à l'avenir du papillon dans le département de la Drôme.

Mots clefs

Phengaris teleius ~ CMR ~ *Myrmica* ~ Conservation ~ Drôme

Abstract

Phengaris teleius is a protected and threatened butterfly which know a rapid decline at national level. Populations are known in Drôme but they are not much study. The purpose of this study is to asses the conservation status of *Phengaris teleius* in the Oule and Drôme valley. Capture-Mark-Release protocole used to estimate population of the butterfly and others population parameters. Few parameters are noted in favourable meadows with a special focus on the two host : *Sanguisorba officinalis* and *Myrmica*. These parameters give us a better understanding of the situation of the meadows. Result permit to say that *Phengaris teleius* has disappeared or is in poor condition in the Oule valley. The situation is better for the Drôme valley with one dynamic population but the status remain bad for the butterfly. Actions must be taken quickly. Two sites are discovered on the high plateau liking the two valleys. This discover keep hope alive for the futur of *Phengaris teleius* in the Drôme department.

Keywords

Phengaris teleius ~ CMR ~ *Myrmica* ~ Conservation ~ Drôme