Stage de fin de L3 CPES STES - Université des sciences de Tours/Lycée Descartes

Connaissance et étude de l'habitat du Semi-apollon (*Parnassius mnemosyne*) sur l'Espace Naturel Sensible Grande Prairie d'Aubrac







Structure d'accueil : Jardin Botanique de l'Aubrac
Responsables de stage : Yoan TROULIER, Stéphane BOYER

Travail réalisé par Célia Bodin.

Table des matières

Remerciements 3
Préambule 4
Table des figures et tableaux 5
Tables des abréviations 5
Résumé 6

I – Introduction 7
1) Connaissances sur le *Parnassius mnemosyne* à l'échelle nationale 7
1.1) Statut de protection 7
1.2) Répartition 7
1.3) Cycle de vie 7
1.4) Sites de ponte 8
2) Site d'étude 9
3) Enjeux et mission 10

II – Matériel et méthodes 12
1) Prospections 12
1.1) Protocole de *Corydalis solida* 12
1.1.1) Délimitation des mailles 12
1.1.2) Mise en place sur le terrain 13
1.2) Protocole des chenilles de *Parnassius mnemosyne* 15
2) Exploitation des données 15
2.1) Cartographie 15
2.2) Statistiques 16

III – Résultats 17
1) Prospection de *Corydalis solida* 17
2) Prospection des chenilles de *Parnassius mnemosyne* 19

IV – Discussion 21
1) Prospection de *Corydalis solida* 21
2) Prospection des chenilles de *Parnassius mnemosyne* 21
3) Risques pour le maintien des populations de *Parnassius mnemosyne* 23

V – Conclusion 25

Bibliographie 26
Annexes 29

Remerciements

Je remercie tout d'abord l'université de Tours de nous permettre de réaliser un stage de fin de CPES afin d'enrichir nos compétences sur le terrain et de s'ouvrir au monde professionnel. Dans le même principe, je remercie mes professeurs d'université, M. Foray et M. Boyer qui ont permis la réalisation de ce stage.

Ma gratitude revient en grande partie au Jardin Botanique de l'Aubrac qui m'a fait confiance et accepté de me prendre en stage pour 2 mois. L'accueil et le soutien de toute l'équipe du Jardin, de la part des salariés, des bénévoles et du bureau, m'ont permis d'évoluer de manière sereine et confiante dans ce projet.

Je souhaite remercier particulièrement, Yoan Troulier, salarié référent animation et connaissances, qui a encadré mon travail tout au long de ce stage. Durant ces deux mois, il m'a accompagné et conseillé dans cette étude, en partageant ces nombreuses connaissances naturalistes acquises au cours de sa carrière.

Je suis également reconnaissante de l'aide et du soutien que m'a apporté Marion Teurlay, service civique sur le Jardin Botanique de l'Aubrac. Elle a su rendre cette étude possible en m'accompagnant sur le terrain et grâce à ses conseils pour l'écriture du rapport.

Enfin, je souhaite remercier les différents agriculteurs propriétaires des parcelles de pâturage de l'Espace Naturel Sensible de la Grande Prairie d'Aubrac. En effet, sans leurs autorisations, ce stage n'aurait pas pu être réalisable, excluant tout terrain.

Préambule

Durant ces deux mois de stage réalisés au Jardin Botanique de l'Aubrac j'ai pu enrichir mes compétences naturalistes sur le terrain en participant à différentes missions.

Afin de mieux comprendre ce qu'est le Jardin Botanique de l'Aubrac, voici une rapide présentation. Cet organisme se situe dans le Village d'Aubrac, dans le département de l'Aveyron et plus généralement en Occitanie. Association loi 1901, il est à but non lucratif et agréé "protection de l'environnement". Il a été créé en 1988, à l'initiative de Francis Nouyrigat sur le site historique de la Domerie d'Aubrac, un ancien hôpital monastique. Intégré géographiquement dans le Parc Naturel Régional de l'Aubrac, le Jardin participe à la préservation des écosystèmes locaux. Situé à 1300 mètres d'altitude, il constitue un lieu de découverte et de médiation concernant la flore et la géologie du plateau de l'Aubrac, plateau volcanique et granitique du Massif Central. Réparties en différents massifs thématiques, 500 espèces végétales pouvant s'observer en Aubrac sont présentées. Depuis 17 ans, le Jardin prend également le rôle d'animateur de l'Espace Naturel Sensible de la Grande Prairie d'Aubrac.

Dans l'objectif d'acquérir des données naturalistes sur l'Espace Naturel Sensible, le Jardin met en place des prospections variées afin de recenser les espèces faunistiques et floristiques présentes sur site. J'ai alors pu participer durant ces deux mois, en plus de mon sujet de stage, à des sorties naturalistes pour rechercher des amphibiens, des oiseaux, des lépidoptères et faire de l'identification florale.

Dans la dynamique culturelle du Jardin, j'ai pu participer à l'animation du jardin, en addition de mon projet de stage sur le Semi-apollon. J'ai monté une animation se nommant "Initiation à la botanique" parlant de l'anatomie des angiospermes et des grandes familles connues à destination d'un public varié (Annexe 1).

Table des figures et tableaux

Figure 1 : Chenille et papillon du *Parnassius mnemosyne*

Figure 2 : *Corydalis solid*a sous couvert forestier

Figure 3 : Situation de l'ENS GPA au sein du PNR d'Aubrac.

Figure 4 : Maillage réalisé sur toute la zone de l'ENS GPA

Figure 5 : Mise en évidence des zones favorables à la présence de *Corydalis solida* sur l'ENS GPA

Figure 6 : Mise en évidence des mailles à prospecter

Figure 7 : Répartition de la présence et de l'effectif de *Corydalis solida* sur l'ENS GPA

Figure 8 : Représentation des différents milieux de présence de *Corydalis solida*

Figure 9 : Représentation graphique de la fréquence de chaque type de milieu en fonction de l'effectif de *Corydalis solida*

Figure 10 : Répartition de la présence des chenilles et de son potentiel passage sur les polygones de *Corydalis solida* tracés sur l'ENS GPA

Tableau 1 : Barème d'effectif de *Corydalis solida* à appliquer pour chaque polygone

Tableau 2 : Différentes p-value des tests statistiques de Fisher permettant de comparer les milieux en fonction du barème d'effectif

Table des abréviations

ENS GPA : Espace Naturel Sensible de la Grande Prairie d'Aubrac

PNR : Parc Naturel Régional

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Résumé

Cette étude avait pour objectif premier de déterminer si le papillon diurne *Parnassius mnemosyne* (Semi-apollon) se reproduit sur l'Espace Naturel Sensible Grande Prairie d'Aubrac (ENS GPA). Pour ce faire, les plantes hôtes de la chenille du papillon, *Corydalis solida* (les corydales à bulbe plein), ont été recherchées puis cartographiées sur l'ensemble du site. Un maillage a été tracé afin de parcourir les zones propices aux corydales et de relever leur présence. Dans le cadre d'un deuxième protocole, les zones où l'on retrouve les plantes hôtes ont été parcourus trois fois afin de rechercher les chenilles du Semi-apollon. À l'issue du terrain, il ressort que les corydales se situent majoritairement en lisière forestière ou dans des forêts de hêtre et de noisetiers, comme le laisse supposer la bibliographie. Malheureusement, aucune chenille de l'espèce recherchée n'a été observée avec certitude, seules des traces sur les feuilles et la présence de chenilles appartenant probablement à une autre espèce ont été relevées. Malgré de nombreux milieux propices à la reproduction du Semi-apollon, il est impossible à travers cette étude d'affirmer qu'il se reproduit sur l'ENS GPA. Cette absence d'observation peut s'expliquer par de multiples facteurs externes, tels que les conditions météorologiques, la difficulté d'observation, etc.

I - Introduction

1) Connaissances sur le *Parnassius mnemosyne* à l'échelle nationale

1.1) Statut de protection

Faisant partie de la famille des Papilionidae, la plus importante des papillons de jour en France, et étant protégé par la Directive Habitats de la Communauté européenne, le *Parnassius mnemosyne* (Semi-apollon) constitue une espèce sentinelle pour de nombreux milieux l'accueillant (Vallée, 2020). Perçu comme un marqueur des espaces caractéristiques de moyenne montagne, sa survie peut sembler compromise par la fragmentation des paysages naturels ou de pâturages (Merlet & Houard, 2012). Cette fragmentation, isolant les métapopulations, engendre un faible brassage génétique et un risque pour la survie de l'espèce en France (Colombo, 2019). C'est donc pour cela qu'à ce jour le statut "quasi menacé" en France lui a été attribué, selon la Liste Rouge des Papillons de jour de France métropolitaine l'UICN.

1.2) Répartition

Le Semi-apollon est un lépidoptère diurne vivant dans des milieux situés en altitude, de 700 à 2800 mètres (Merlet & Houard, 2012). À l'échelle nationale, sa répartition s'étend des Pyrénées aux Alpes ainsi qu'au Massif Central (Hoddé, s. d.). L'Aveyron constitue le département français le plus riche en termes de diversité pour la famille des Papilionidae, et présente quelques populations de Semi-apollon connues (Baliteau et al., 2013).

Cette espèce, facilement observable dans des milieux semi-ouverts souvent proches de prairies pâturées ou clairières (Baliteau et al., 2013) présente une aire de répartition faible située majoritairement dans des vallons, à l'abri du vent. Les mâles se distinguent des femelles en parcourant des zones ensoleillées variées sur plusieurs kilomètres alors que ces dernières cherchent des sites de pontes dans les lisières de forêts (Baliteau et al., 2013). Les populations restent donc proches des sites de pontes engendrant facilement un isolement de ces dernières (Merlet & Houard, 2012).

1.3) Cycle de vie

Les rhopalocères présentent un cycle de vie découpé en 4 stades, allant de l'œuf au papillon, en passant par le stade de chenille et de chrysalide. Les femelles du Semi-apollon déposent leurs œufs de juin à fin août, laissant les larves hiberner dans l'œuf avant d'éclore en mars. Les chenilles sont observables uniquement à partir de début mai, et ce jusqu'au mois de juin. La chrysalide commence à se former dès mai, ce qui induit une métamorphose en juin, après l'enchaînement des stades larvaires et

d'une nymphose au sol dans un cocon (Vallée, 2020). Le passage d'un stade larvaire à l'autre est déclenché par des températures au sol élevées (supérieures à 20°C). Le bon développement des chenilles nécessite donc un ensoleillement assez régulier. Le Semi-apollon sous forme de papillon est généralement observé à partir de juin. L'espèce adulte peut vivre de deux à trois semaines en été, assurant une descendance viable par un accouplement et la ponte des œufs (Colombo, 2019).

En milieu naturel, les chenilles sont facilement reconnaissables par leur couleur noire intense, et leurs tâches oranges qu'elles portent sur toute leur longueur (Figure 1). En revanche, elles se trouvent souvent seules ce qui peut augmenter la difficulté d'observation. Le papillon, mâle ou femelle, de par ses ailes blanches caractéristiques, se remarque assez aisément. D'après la figure 1, il présente deux taches noires sur les ailes antérieures, s'accompagnant d'une large zone de transparence sur les bords, ainsi que d'une zone grisâtre le long de son abdomen (Moussus, 2024).



Figure 1 : Chenille et papillon du *Parnassius mnemosyne*
(Vallée, 2020)

1.4) Sites de ponte

Le Semi-apollon est une espèce assez exigeante concernant ses sites de ponte. En effet, il n'existe à ce jour qu'un seul genre de plantes hôtes pour les chenilles, *Corydalis*, les corydales de leurs noms communs (Merlet & Houard, 2012). Les corydales présentent des fleurs de couleurs variées se regroupant en grappe et comportant des sépales très discrets. L'éperon présent au niveau de la fleur et la couleur glauque de ses feuilles rendent le genre *Corydalis* facilement identifiable. Il existe plusieurs espèces de corydales, toutes appréciées du papillon. Sur l'ENS, seules deux d'entre elles semblent être présentes, *Corydalis cava* et *Corydalis solida* (Baliteau et al., 2013). Cette dernière est la seule présente sur le site d'étude.

Comme représenté sur la figure 2, elle se différencie par la présence d'une écaille à la base de la tige et de bractées découpées (Coste, 1990).



Figure 2 : *Corydalis solid*a sous couvert forestier

Ces plantes se développent dans des milieux naturels spécifiques adaptés à leur écologie : des sites semi-ombragés, en altitude et à l'abri du vent. La ponte ne se fait jamais directement sur les corydales, ces dernières n'étant pas présentes en été, mais a lieu dans les milieux favorables à la présence de l'espèce. Pour maximiser les chances d'obtenir une descendance viable, la femelle pond un ou plusieurs œufs, de 1 à 4 à la fois, sur divers sites (Bergstrôm, 2005 ; Merlet & Houard, 2012).

2) Site d'étude

L'étude porte sur l'Espace Naturel Sensible (ENS) de la Grande Prairie d'Aubrac (GPA), un milieu riche en biodiversité et à ce jour trop peu connu. Un ENS est un espace naturel d'une superficie variable, classé par le département, afin de préserver des sites à forts intérêts écologiques ou paysagers. Ce sont des lieux de découvertes, aménagés la plupart du temps de manière à offrir des espaces de médiation et récréatif pour le public. Les ENS sont gérées par la mise en place de politiques de gestion, de protection et d'ouverture au public (*Fiche-ENSV6*, s. d.).

Se situant face au village d'Aubrac dans le nord de l'Aveyron, l'ENS GPA s'inscrit dans le Parc naturel régional (PNR) de l'Aubrac depuis 2017. Comme présenté sur la figure 3, à la limite entre trois départements : l'Aveyron, le Cantal et la Lozère, cet espace d'intérêt est caractérisé par des paysages traditionnels, notamment des pelouses d'estives. Animé et étudié par le Jardin Botanique de l'Aubrac, cet espace de moyenne montagne est le résultat d'une activité pastorale ancienne. S'étendant sur 70 hectares, l'ENS GPA présente des milieux écologiques très diversifiés allant de la prairie, aux zones

humides, en passant par des milieux forestiers. La gestion d'un tel espace nécessite une communication entre les différents acteurs privés, ici les agriculteurs, possédant des parcelles sur le territoire et les professionnels de l'environnement.

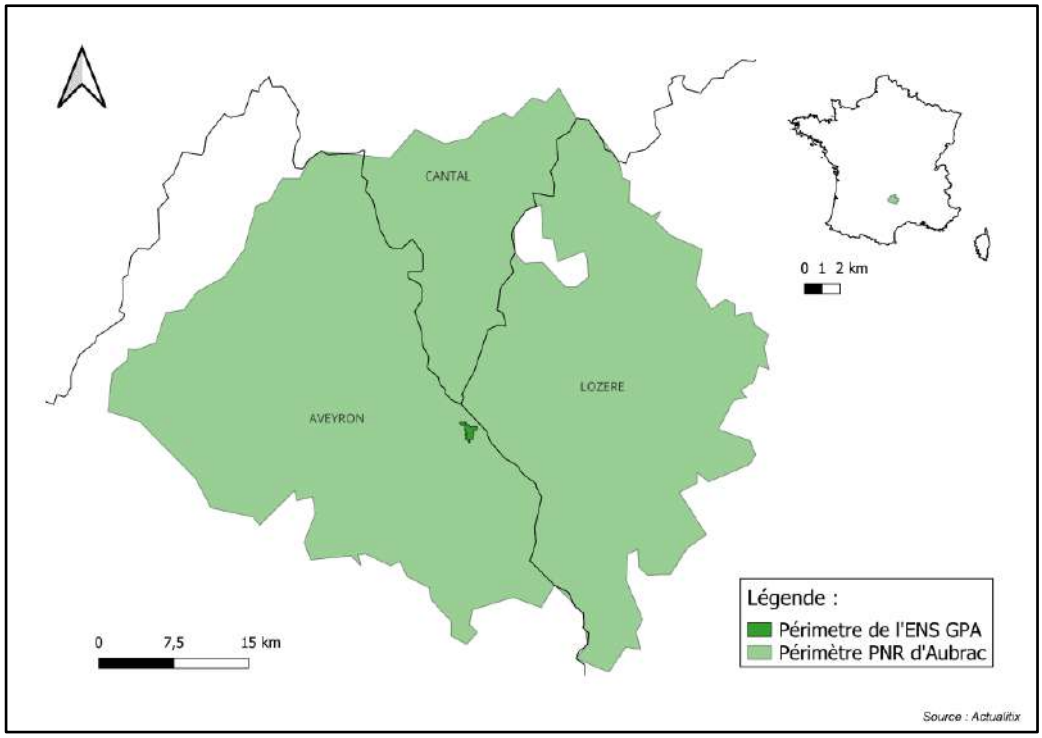


Figure 3 : Situation de l'ENS GPA au sein du PNR d'Aubrac.

À ce jour, aucune étude sur le Semi-apollon n'a été réalisée sur l'ENS GPA. Cependant, d'après plusieurs observations réalisées par des salariés du Jardin botanique de l'Aubrac ces dernières années, l'espèce semble être présente sur ce territoire. De plus, d'après une étude sur les Papilionidae menée à l'échelle du département de l'Aveyron en 2013, il est possible d'affirmer que le *P. mnemosyne* est présent dans le nord du département, sur la commune de Saint-Chély-d'Aubrac (Baliteau et al., 2013).

3) Enjeux et missions

Dans l'objectif d'étudier l'état des populations du Semi-apollon sur l'ENS GPA, il est intéressant de suivre la reproduction de l'espèce sur le site. Il est pertinent de cartographier en premier lieu sur les 70 hectares les stations de la plante hôte, la Corydale à bulbe plein, afin de mettre en place des prospections des chenilles du papillon, preuve de reproduction de l'espèce sur le site. Cela pourrait permettre de confirmer la présence du Semi-apollon sur l'ENS GPA, et donc de conforter l'intérêt écologique de ce dernier. Les données seraient alors à suivre au fil des ans et utilisées pour mettre en

place des mesures de gestion visant à assurer le maintien de l'espèce sur l'ENS GPA et ainsi éviter que les populations s'isolent les unes des autres.

Les objectifs sont donc de déterminer à travers cette étude : si l'ENS GPA est favorable à la reproduction du Semi-apollon, et si ce dernier se reproduit sur le site. Cela permettrait de déterminer si les papillons observées ces dernières années par le Jardin botanique peuvent être issues d'une reproduction sur site.

La première hypothèse repose sur les milieux de développement des corydales à bulbe plein. Lors des prospections, il est probable d'après la bibliographie de les trouver davantage en lisières de forêt, soit dans des milieux semi-ouverts.

La deuxième hypothèse concerne la reproduction du Semi-apollon. D'après les observations réalisées ces dernières années par les employés du Jardin, et la faible aire de répartition du papillon, il y a de fortes chances que cette espèce se reproduise sur l'ENS GPA. D'après la bibliographie, il est possible de s'attendre à ce que les chenilles s'observent à partir d'avril sur les feuilles, tiges ou fleurs de *C. solida*.

II - Matériel et méthodes

1) Prospections

1.1) Protocole de *Corydalis solida*

1.1.1) Délimitation des mailles

La prospection se déroule de manière active au mois d'avril lors de la floraison des corydales, en opérant par observations et photographies. L'ENS est segmenté en différentes mailles numérotées. Les mailles sont de taille similaire afin d'exercer une pression d'observation égale sur chacune d'elles. Seules les mailles en périphérie de l'ENS sont réduites. Habituellement, lors d'inventaires floristiques, les unités d'échantillonnages choisies sont de l'ordre du kilomètre, pour une compatibilité et une agrégation des données à l'échelle nationale (Filoche et al., s. d.). Ici, au vu de la superficie de l'ENS GPA, les mailles sont plus petites, de 1000 m², soit 100x100m, adaptée à une étude locale (Figure 4).

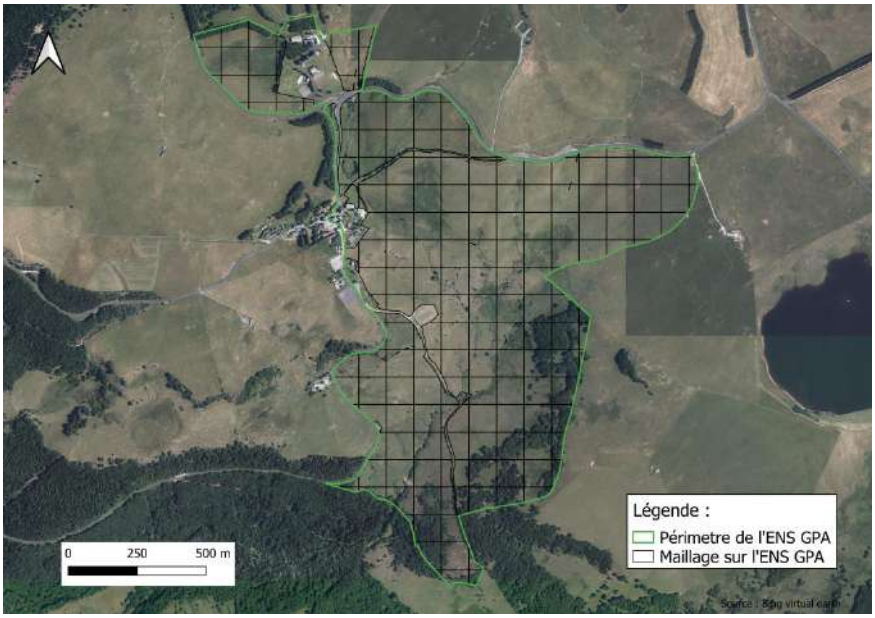


Figure 4 : Maillage réalisé sur toute la zone de l'ENS GPA

Lors d'études de ce type, toutes les mailles ne sont pas forcément prospectées (Filoche et al., s. d.). Les corydales ayant des exigences écologiques spécifiques, il n'est pas nécessaire de parcourir l'ensemble du maillage. Les mailles à parcourir sont définies selon la figure 5 qui présente les milieux de vie propices au développement de la plante sur l'ENS GPA. Seules les zones présentant des arbres, ou des murets pouvant protéger les corydales du vent, sont à inspecter.



Figure 5 : Mise en évidence des zones favorables à la présence de *Corydalis solida* sur l'ENS GPA

L'intérêt de réaliser un maillage ici est d'assurer un suivi progressif des zones sans en oublier. C'est donc la superposition des deux couches (Figures 4 et 5) qui permet de sélectionner les mailles propices à la présence des corydales. La figure 6 présente donc les mailles à prospecter.

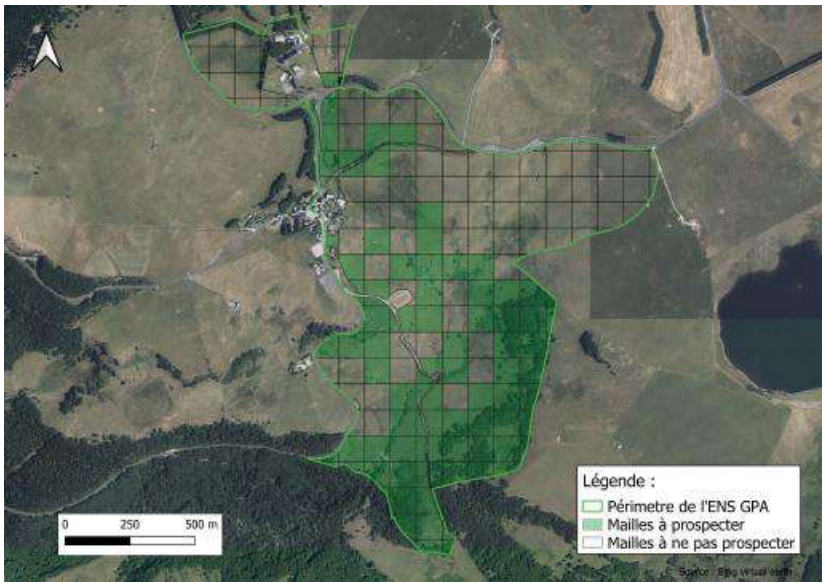


Figure 6 : Mise en évidence des mailles à prospecter

1.1.2) Mise en place sur le terrain

Chaque maille doit donc être parcourue selon un ordre attribué au départ. Une maille est prospectée en faisant des allers-retours sur la zone, en priorisant un temps de passage plus long sur les

milieux favorables à la présence de la plante, c'est-à-dire les sous-bois. Les mailles composées en grande partie de milieux ouverts, sont inspectées plus rapidement.

Sur le terrain, il est indispensable de noter certaines données pouvant être nécessaires pour des travaux futurs. Une fiche est remplie pour chaque maille parcourue indiquant le numéro de la maille, la parcelle agricole concernée, les observateurs ainsi que la date et la météo du jour (Annexe 2) (Bittebiere, s. d.).

Chaque fleur observée n'est pas indiquée mais les ensembles de fleurs le sont, sous forme de polygones. Lorsqu'une corydale est observée, il s'agit donc de chercher autour la présence d'autres fleurs de l'espèce. Lorsque deux plants se trouvent à moins de 10 mètres environ, ils font partie du même polygone. À l'inverse lorsque deux plants sont éloignés de plus de 10 mètres, ils représentent des polygones différents. Les polygones sont réalisés directement sur site à l'aide de l'application Qfield.

Sur le terrain, il est important d'estimer le nombre de corydales par polygone tracé. Ne pouvant pas effectuer un comptage exhaustif, une estimation spatiale est réalisée. Le terme d'abondance ne peut pas être utilisé ici car il faudrait comparer les données d'effectifs complets à la surface des polygones. De plus, n'étudiant pas les autres espèces floristiques pendant cette prospection, il paraît compliqué d'utiliser des méthodes d'estimation avec des quadrats, tel que l'indice de Braun Blanquet, indice donnant une estimation de l'espace relatif occupé par espèce.

Un barème est créé afin de caractériser cet effectif (Tableau 1). Chaque classe d'effectif est associée à un code se basant sur la notation de Braun Blanquet, le tout étant indiqué sur le terrain. Ici, pour plus de simplicité, cette valeur n'est pas estimée à partir d'un pourcentage de recouvrement mais à partir du nombre de corydales observées.

Tableau 1 : Barème d'effectif de *Corydalis solida* à appliquer pour chaque polygone

Nombre de corydales observées	1	1-10	10-20	20-50	> 50
Code associé	+	1	2	3	4

Chaque polygone est caractérisé par un code, le barème d'effectif, le type de milieu où la plante est observée et un espace commentaire si besoin. Le type de milieu sera caractérisé selon trois choix possibles : ouvert, semi-ouvert ou couvert forestier.

La prospection des corydales a duré 4 jours complets lors du mois d'avril.

1.2) Protocole des chenilles de *Parnassius mnemosyne*

Après réalisation d'une cartographie de *C. solida* sur l'ENS GPA, une prospection des chenilles du Semi-apollon est réalisée, afin de confirmer la potentielle reproduction de l'espèce sur le site. Étant contraint par le cycle de développement de la chenille assez rapide, il paraissait nécessaire de prospecter au plus vite les stations de corydales à bulbe plein pour pouvoir débuter la recherche de chenilles dès début mai. En effet, la difficulté pour les observer réside dans la courte durée de floraison des corydales et du développement larvaire (Bergstrôm, 2005).

La prospection des chenilles sur l'ENS GPA se base donc sur la cartographie réalisée des plantes hôtes. Chaque polygone est idéalement prospecté trois fois. Un planning de passage a été instauré afin de laisser un temps équivalent entre deux passages sur le même polygone. Lors des prospections, une nouvelle fiche terrain est à remplir à la main, en indiquant le numéro du polygone, la date, les observateurs, la météo, le type d'observation (C : chenille ; T : traces du passage de la chenille ; M : mue ; R : aucune observation). Il s'agit également d'indiquer à chaque fois si c'est la première, la deuxième ou troisième fois que le polygone est parcouru (Annexe 3). Sur le terrain, chaque plant de *C. solida* ne doit pas être analysé en détail, une observation d'ensemble suffit, au vu de la taille importante des chenilles. Du fait du peu de données bibliographiques sur la chenille du Semi-apollon, il paraît également intéressant de se pencher sur la reconnaissance d'une espèce du même genre, la chenille de l'Apollon (*Sur la trace des chenilles d'Apollon | Parc national des Cévennes*, s. d.). Ces dernières, muant 3 fois en l'espace de quelques semaines, présentent rapidement une taille imposante de quelques centimètres.

La présence des chenilles pouvant se traduire par des excréments ou par la consommation des feuilles, il est judicieux de noter également ce genre d'informations et pas seulement l'observation des chenilles. En effet, ces dernières peuvent parfois être difficilement observables, surtout sous couvert forestier. Lors d'une quelconque observation concernant la chenille, un point est inscrit sur la carte en indiquant le numéro du polygone, le type d'observation (chenille, mue, trace), le nombre de chenille si observation, la localisation (corydale, sol, autre plante), la taille de la chenille en centimètre, et enfin un espace commentaire pour diverses informations.

Concernant la prospection des chenilles, les polygones ont été visités 3 fois. Les deux premières prospections se sont déroulées sur 4 jours avec 1 semaine d'intervalle entre les deux. La troisième a seulement pu être commencée et sera terminée après le rendu de ce rapport.

2) Exploitation des données

2.1) Cartographie

À l'aide du logiciel QGIS (version 3.44.6), logiciel dédié à la cartographie et à l'analyse spatiale des données, les données spatiales de l'étude ont été traitées et analysées. Les cartes présentées ont également été réalisées à partir de ce logiciel.

Pour plus de simplicité sur le terrain, le logiciel Qfield (version 4.1.12) a été utilisé. Cet outil est un prolongement de QGIS et permet, lors de prospections, de compléter le projet créé sur ordinateur, directement sur téléphone. Les polygones pour les corydales, et les points pour les chenilles, ont donc été complétés en temps réel sur Android. Le projet a ensuite été transféré sur ordinateur, sur QGIS, pour l'exploitation des données. Pour le fond des différents projets et cartes, une orthophotographie (Bing Virtual Earth) intégrée via l'URL d'un service web (Susan, 2020) a été utilisée. L'ensemble des couches de données ont été traitées dans le système de coordonnées Lambert 93.

2.2) Statistiques

R est un logiciel de programmation exploitant le langage de programmation R. Il est utilisé dans l'objectif d'analyser et de modéliser des données. Afin de comparer significativement la dépendance des données dans la poursuite de l'étude, le test de Fisher a été utilisé. Il permet de vérifier si deux distributions sont significativement différentes. D'après les faibles effectifs dans les données obtenues lors de l'étude, le test de chi deux s'utilisant avec des effectifs supérieurs à 5, ne sera pas sollicité.

Les tests statistiques calculent des p-values, avec ici un risque alpha de 5%. Les hypothèses de départ sont :

- Hypothèse nulle (H0) : les deux variables comparées ne pas significativement différentes
- Hypothèse alternative (H1) : les deux variables comparées sont significativement différentes

Si une p-value se trouve supérieur à 0.05 l'hypothèse nulle ne peut pas être refusée. Si elle est inférieure, l'hypothèse nulle est refusée et celle alternative validée.

III - Résultats

1) Prospection de *Corydalis solida*

Après prospection de toutes les mailles d'intérêts sur l'ENS, des polygones ont donc été créés sur le terrain grâce à Qfield. Après transfert des données sur le logiciel QGIS, une représentation cartographique a été réalisée pour mettre en avant les résultats obtenues (Figure 7).

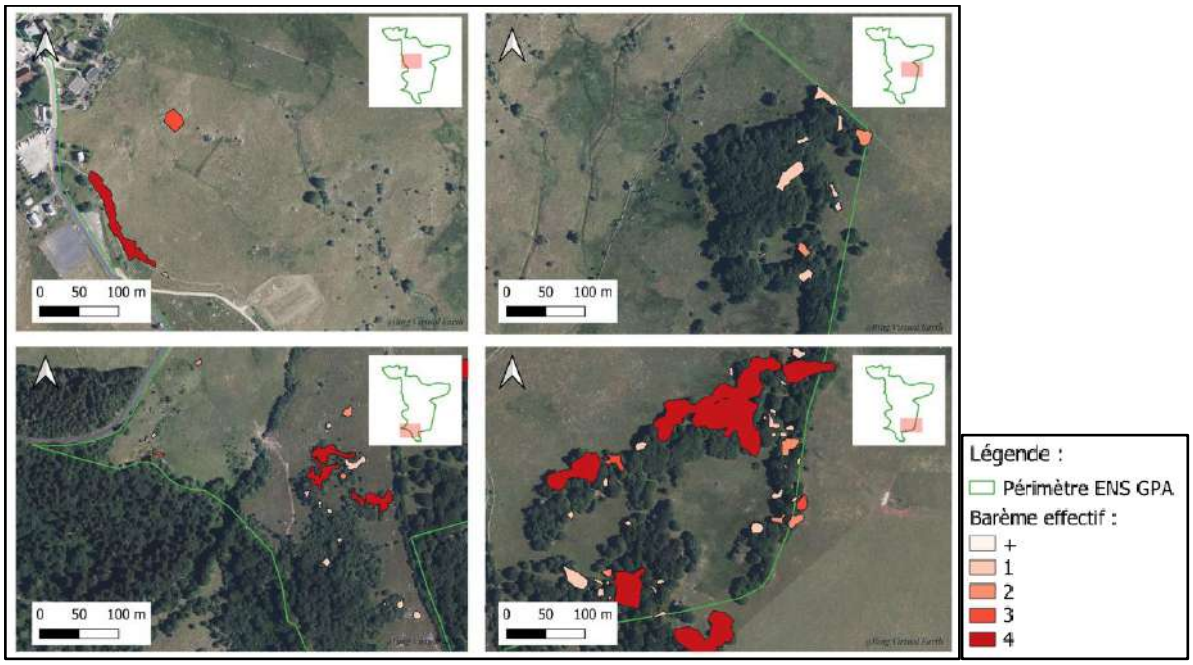


Figure 7 : Répartition de la présence et de l'effectif de *Corydalis solida* sur l'ENS GPA

Concernant la représentation des polygones, le barème d'effectif est représenté par une graduation de couleurs. Plus un site présente un effectif important, plus sa couleur est foncée. D'après la figure 7, il est possible d'observer une tendance : les plus grands polygones présentent un effectif de corydales plus important. Cependant, ce n'est pas une généralité, certains paraissent très réduit avec de nombreuses fleurs à l'intérieur, et inversement.

En se basant sur les observations réalisées sur le terrain, les plantes sont présentes dans trois types de milieu avec des fréquences différentes. Elles peuvent s'observer dans des milieux ouverts (4 polygones), semi-ouverts (42 polygones) ou sous couvert forestier (39 polygones) (Figure 8). Il est important de noter pour chaque polygone la présence d'au moins un arbre à chaque fois.



Ouvert Semi-ouvert Couvert forestier

Figure 8 : Représentation des différents milieux de présence de *Corydalis solida*

D'après les effectifs de polygones pour chaque type de milieu, il est possible de considérer que les corydales se trouvent majoritairement en milieu semi-ouvert ou sous couvert forestier. Globalement, cela s'observe assez facilement avec la figure 7, où il ressort que les corydales à bulbe plein se trouvent majoritairement sur la partie sud-est de l'ENS GPA, soit surtout au niveau de la forêt des feuillus. Cependant, cela ne signifie pas obligatoirement que les milieux ouverts présentent peu de corydales. Ici la surface des polygones n'est pas analysée.

Afin de déterminer si le barème d'effectif aurait un lien avec le type de milieu, des statistiques peuvent être nécessaires.

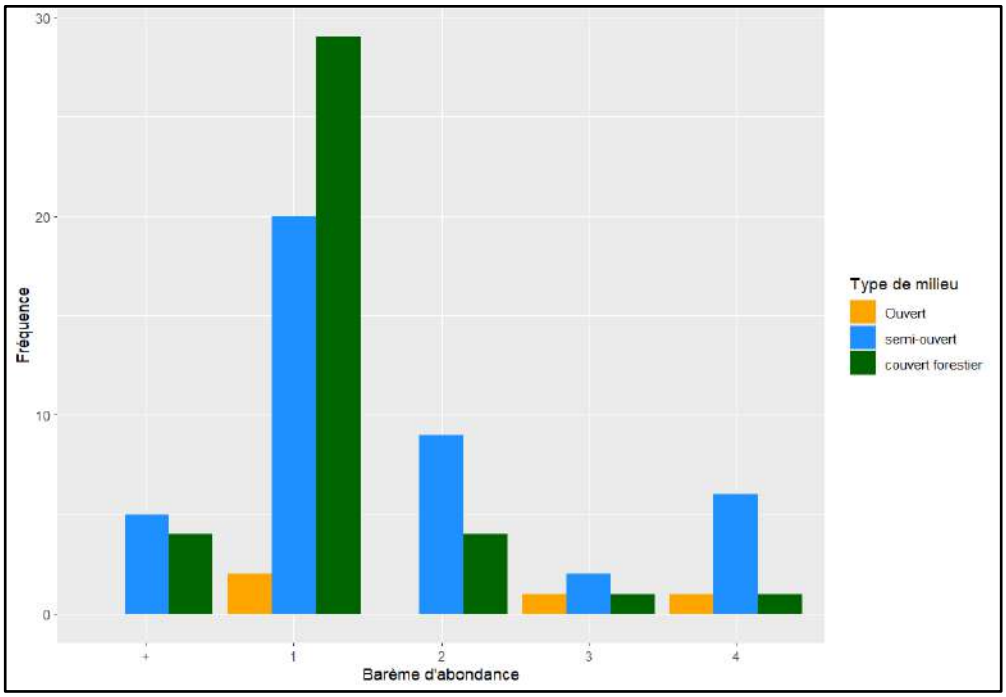


Figure 9 : Représentation graphique de la fréquence de chaque type de milieu en fonction de l'effectif de *Corydalis solida*

D'après la figure 9, il apparaît que les milieux semi-ouverts abritent un nombre plus important de polygones présentant un barème d'effectif de 2, de 3 et de 4 (> 50 corydales). Concernant les corydales en milieu forestier, on retrouve plus de polygones mais avec un barème de 1.

Afin de déterminer s'il existe une différence significative entre les milieux pour chaque barème d'effectif, des p-values sont calculées à partir du test de Fisher (Tableau 2). Par exemple, pour le barème "+" la fréquence des polygones en milieu ouvert a été comparé à la fréquence des polygones en milieu semi-ouvert. Cela a donné une p-value de 0.10, soit supérieure à 0.05, ce qui indique que pour ce barème d'effectif les deux milieux ne sont pas significativement différents.

Tableau 2 : Différentes p-value des tests statistiques de Fisher permettant de comparer les milieux en fonction du barème d'effectif

: p-value < 0.05

Barème effectif	Ouvert / Semi- ouvert	Semi-ouvert / Couvert forestier	Couvert forestier / Ouvert
+	0.10	1	0.22
1	7.07 * 10^-4	1	7.12 * 10^-5
2	0.02	1	0.11
3	1	1	1
4	0.41	0.41	1

D'après le tableau 2, pour un barème de 1, seuls les milieux ouverts sont significativement différents de ceux semi-ouverts et des couverts forestiers qui présentent plus de polygones. Concernant le barème 2, ce sont les milieux ouverts et semi-ouverts qui diffèrent. Pour le reste des tests statistiques aucune différence significative n'a été mise en avant.

2) Prospection des chenilles de *Parnassius mnemosyne*

Concernant les prospections des chenilles sur les polygones tracés, leur passage potentiel sur les plantes a été observé. En effet, certaines corydales présentent des traces de consommation sur leurs feuilles. Il est possible d'observer à l'aide de la figure 10 que ces traces sont présentes dans tous types de milieux et sans distribution logique sur l'ENS GPA. Il paraît tout de même judicieux de noter à plusieurs répétitions la présence d'une chenille noire assez réduite, proche ou sur les corydales. Ces dernières ne présentent pas les principales caractéristiques morphologiques de la chenille du Semi-

apollon (des tâches oranges sur l'abdomen) mais leur présence porte à réflexion. Au vu du manque de bibliographie sur la chenille de cette espèce, il est impossible de confirmer qu'elle présente des tâches oranges sur son abdomen dès le début de son développement larvaire.

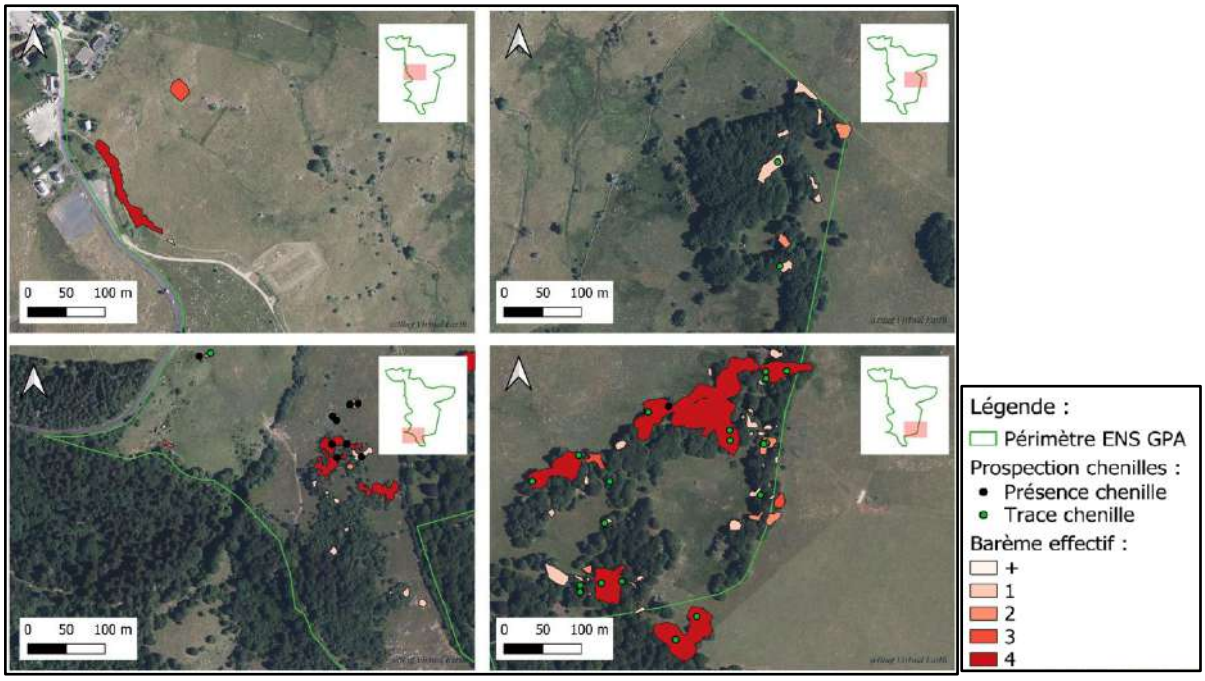


Figure 10 : Répartition de la présence des chenilles et de son potentiel passage sur les polygones de *Corydalis solida* tracés sur l'ENS GPA

IV - Discussion

1) Prospection de *Corydalis solida*

Au vu des 85 polygones tracés, il est possible d'observer que l'ENS GPA est un environnement propice au développement des corydales à bulbe plein. Plusieurs types de milieux sur le plateau de l'Aubrac sont adaptés au développement de *C. solida*. D'après les polygones tracés, les milieux semi-ouverts et sous couvert forestier de l'ENS GPA présentent des conditions plus propices au développement de cette fleur, en comparaison avec les zones ouvertes. Cependant, cela est à nuancer avec les tests statistiques réalisés. Ces derniers ne mettent pas en avant, pour les forts barèmes d'effectif de corydales, de différence significative entre les trois types de milieux. Malgré des fréquences de polygones très variables entre les trois milieux il est impossible d'affirmer qu'un certain type de milieu présente significativement plus de corydales. De ce fait, il paraît indispensable de préserver les trois types de milieux favorables au développement de *C.solida*.

Ces derniers assurent de nombreux sites de pontes potentiels aux femelles du Semi-apollon. Certains polygones sont très proches les uns des autres et peuvent former divers lieux de ponte pour une même femelle.

En sachant que la présence des corydales à bulbe plein est indispensable au développement larvaire des chenilles de *P. mnemosyne* et donc à la pérennité de l'espèce, le suivi des stations de *C. solida* paraît nécessaire. Il serait judicieux pour les années à suivre d'étudier l'évolution des populations de corydales sur l'ENS GPA afin de si besoin développer des plans de gestion adaptés. Par exemple sur des parcelles de pâturage, une protection des corydales par une séparation permettrait de réduire l'impact des vaches sur le développement des différents plants.

2) Prospection des chenilles de *Parnassius mnemosyne*

Concernant la recherche des chenilles de Semi-apollon, les résultats sont moins exploitables que pour leur plante hôte. À part des traces d'un potentiel passage, et des chenilles non déterminées, les observations n'ont rien donné de concluant. L'unique présence de trace ne permet pas de confirmer la présence de chenilles de Semi-apollon. En effet, beaucoup d'espèces de papillons ou de limaces sont présentes dans les milieux étudiés, pouvant aussi expliquer les feuilles consommées.

L'absence des chenilles pendant les prospections peut se traduire par deux conclusions. Soit les chenilles sont bien présentes mais n'ont seulement pas été observées. Soit le papillon ne se reproduit pas sur l'ENS GPA.

En premier lieu, plusieurs facteurs externes font que l'observation du stade larvaire de *P. mnemosyne* paraît complexe. Certains résultent du comportement de la chenille, et d'autres des conditions de prospection.

En effet, lors de son développement larvaire la chenille n'évolue pas systématiquement sur l'apex ou la face supérieure des feuilles. Elle peut aussi se tenir sur la tige ou la face inférieure des feuilles, des zones moins aisées à observer. De plus, lorsqu'elle ressent une perturbation au sol, elle se laisse tomber afin d'éviter tout danger, rendant leur observation complexe (Konvička & Kuras, 1999). De même, elle peut se trouver dans la litière si les conditions météorologiques ne sont pas optimales. D'après la littérature, les chenilles exigent une température au sol minimale d'au moins 20°C avant de sortir sur les plantes (Briquel, 2024). Cela nécessite donc de porter une attention particulière au sol de manière globale et non seulement aux plantes hôtes. De plus, lors de l'étude, les corydales ont été observées selon une vue d'ensemble, sans s'attarder sur des végétaux autres que les plantes hôtes. Cela peut s'expliquer par un manque de temps et d'effectif humain pour le terrain. Pareillement, certaines zones de prospection, étant escarpées ou difficiles d'accès, n'ont sûrement pas été parcourues avec la même attention. Cela a aussi pu augmenter le risque de piétiner les corydales. Concernant les conditions météorologiques en mai, une grande partie des sorties se sont déroulées sous de faibles températures, voire de la pluie, expliquant potentiellement l'absence de chenille. Par dires d'expert, si les conditions climatiques ne sont pas favorables au papillon au moment de son développement larvaire, ce dernier peut être nettement ralenti, induisant un risque pour la survie des individus. En revanche, des prospections plus tardives auraient été impossibles au vue de la période de stage.

La temporalité constitue un autre facteur limitant de l'étude. Premièrement, il existe un décalage d'un mois entre la floraison des corydales et le développement larvaire des chenilles. Lorsque les chenilles sortent de leur hibernation en mai, les individus n'ont plus de fleurs et sont plus complexes à retrouver sur le terrain malgré la présence des feuilles (Bergstrôm, 2005). Il serait conseillé dans une seconde étude, de porter un intérêt plus poussé sur les polygones à fort barème d'effectif. Cela maximiserait sûrement les chances de trouver les corydales et les chenilles. Deuxièmement, il est probable que les prospections aient commencé légèrement trop tôt, expliquant que les chenilles ne soient toujours pas présentes. Elles ont été anticipées en raison d'un mois d'avril assez chaud et ensoleillé, qui induisait une avancée dans le calendrier phénologique. De plus, d'après la littérature, son cycle n'est probablement plus le même dans le calendrier annuel qu'auparavant. Au fil des ans le Semi-apollon peut s'observer à des périodes qui diffèrent (Deschamps-Cottin et al., 1997).

De manière générale, les chenilles de Semi-apollon sont rarement observées et donc étudiées. Le manque de bibliographie sur le stade larvaire de cette espèce en atteste. Concernant cette étude, il paraissait judicieux de contacter directement des naturalistes ayant déjà réalisé des études sur l'espèce. Après discussion avec des membres des PNR des Monts d'Ardèche et des Volcans d'Auvergne, ainsi qu'un spécialiste des lépidoptères, il est ressorti que la chenille n'a pas été observée au cours d'études qu'ils ont pu mener ou au cours d'autres études de leurs connaissances. Ces derniers priorisent la recherche de femelles en situation de ponte sur les zones propices aux corydales (Briquel, 2024; Martial, s. d.). En effet, le fait que les femelles pondent dans des milieux favorables au développement de la corydale, et non directement sur les plantes, rend la recherche de chenilles complexe puisqu'elles auraient plutôt tendance à se cacher dans la litière avant de trouver leur plante hôte (Bergstrôm, 2005).

En second lieu, ce manque d'observation peut indiquer l'absence de reproduction de *P. mnemosyne* sur l'ENS GPA. Le papillon pourrait se reproduire sur des sites à proximité de l'ENS, ce qui expliquerait sa présence ces dernières années.

3) Risques pour le maintien des populations de *Parnassius mnemosyne*

Au vu de la conservation des activités de pastoralisme et donc des prairies de pâturage sur le plateau de l'Aubrac, ce n'est pas la déprise des prairies et le reboisement qui engendreraient un risque pour la conservation du papillon (Vallée, 2020).

Cependant, d'après la littérature, à l'échelle mondiale la préservation des populations de semi-apollons peut être compromise par l'isolement de ces dernières. Un isolement engendre une perte de diversité génétique, l'augmentation de la consanguinité au sein d'un peuplement et donc une mortalité en hausse (Napolitano et al., s. d.). Les relations entre individus peuvent être compromises par des barrières diverses, telles que des larges forêts denses, ou seulement par des milieux de vie propices trop éloignés.

Le Semi-apollon se distribue en métapopulations, soit en plusieurs populations localisées mais connectées entre elles par des routes migratoires. La taille des populations fluctue, les petites étant indispensables, jouant le rôle de tremplin entre les plus grands peuplements, assurant un flux génétique indispensable (*Migration of the Clouded Apollo Butterfly Parnassius Mnemosyne in a Network of Suitable Habitats – Effects of Patch Characteristics*, s. d.). La disparition de quelques individus peut

porter atteinte à d'autres larges populations, s'expliquant par l'interruption de la route migratoire des papillons (Gorbach & Kabanen, 2010).

Selon une étude réalisée en 2003 sur l'aire de répartition de l'espèce, deux milieux présentant des corydales séparés de 60 mètres, représentent forcément deux populations distinctes (*Migration of the Clouded Apollo Butterfly Parnassius Mnemosyne in a Network of Suitable Habitats – Effects of Patch Characteristics*, s. d.). Il apparaît seulement complexe de définir quelles sont réellement les barrières physiques pour le Semi-apollon (Napolitano et al., s. d.).

De par les nombreuses zones présentant des corydales à bulbe plein et leurs proximités, il apparaît que l'ENS GPA constitue un lieu favorable au développement des semi-apollons et à leur déplacement. En effet, ce dernier présente une hétérogénéité spatiale rendant possible la présence de l'espèce (Merlet & Houard, 2012). Peu de barrières semblent être présentes pour le papillon et les zones de corydales sont assez proches. Malgré sa capacité à parcourir de vastes zones en volant, *P. mnemosyne* est assez sédentaire. Du moment que les mâles trouvent des femelles afin de se reproduire et que ces dernières repèrent des zones pour pondre, les individus migrent peu (Napolitano et al., s. d.).

Il paraît pertinent pour les années à venir d'étudier aussi les milieux à proximité de l'ENS GPA sur le plateau de l'Aubrac. En ce sens, il faudrait déterminer s'ils présentent des profils similaires en termes de paysage et d'effectif de *C. solida* et *P. mnemosyne*. Le Jardin pourrait alors travailler en lien avec d'autres organismes, tel que le PNR d'Aubrac par exemple.

De manière plus globale, au vu du manque de données antérieures sur l'espèce, il est impossible d'affirmer un quelconque risque actuellement pour le Semi-apollon sur l'Aubrac. Seulement, afin d'éviter un potentiel déclin il paraît nécessaire d'éviter la mise en place de ces barrières physiques interrompant les routes migratoires des *P. mnemosyne*.

V - Conclusion

En conclusion de cette étude, les milieux de reproduction potentiels du *P. mnemosyne* ont été identifiés sur l'ENS GPA par la présence des corydales à bulbe plein présentent sur une large surface et dans divers milieux, principalement semi-ouverts et sous couverts forestiers. En revanche, suite à l'absence d'observation de chenilles lors des diverses prospections, la reproduction sur site du papillon n'a pas pu être confirmée.

Cependant, caractérisé par des milieux d'altitudes ouverts favorables à l'agropastoralisme, l'ENS GPA a su être préservé par le caractère extensif des activités agricoles, présentant ainsi un environnement favorable à la présence de ce papillon protégé. Le risque sur le plateau de l'Aubrac pourrait résider dans l'isolement potentiel des populations, engendrant une mortalité accrue due à un faible brassage génétique.

Il est indéniable que dans une démarche de protection vis à vis du Semi-apollon, l'étude de sa plante hôte et de son habitat à l'état adulte est indispensable. Sans porter d'intérêt au maintien des populations de corydales, il paraît complexe d'assurer une reproduction viable au papillon d'intérêt. Cette espèce de rhopalocère étant sensible aux variations environnementales et démographiques, il est difficile d'estimer les futures populations dans les prochaines années sur un site localisé. L'intérêt réside donc dans une étude continue, tous les ans, afin d'estimer la survie des populations en place.

Pour finir, au vu du temps imparti et des moyens humains limités pour ce travail, les prospections ont dû être réduites. Il paraît donc judicieux de réitérer l'étude l'année prochaine sur les chenilles, et d'étudier également la ponte des femelles de juin à août. C'est dans cette idée, qu'un second stagiaire va prendre la suite de ce travail, en étudiant le Semi-apollon à son état d'adulte.

À l'aide de ces données récoltées sur plusieurs années, l'état des populations de *P. mnemosyne* sur le plateau de l'Aubrac pourra être évalué. Si elles sont en déclin, quels moyens mettre en place pour préserver la survie du papillon ?

Bibliographie

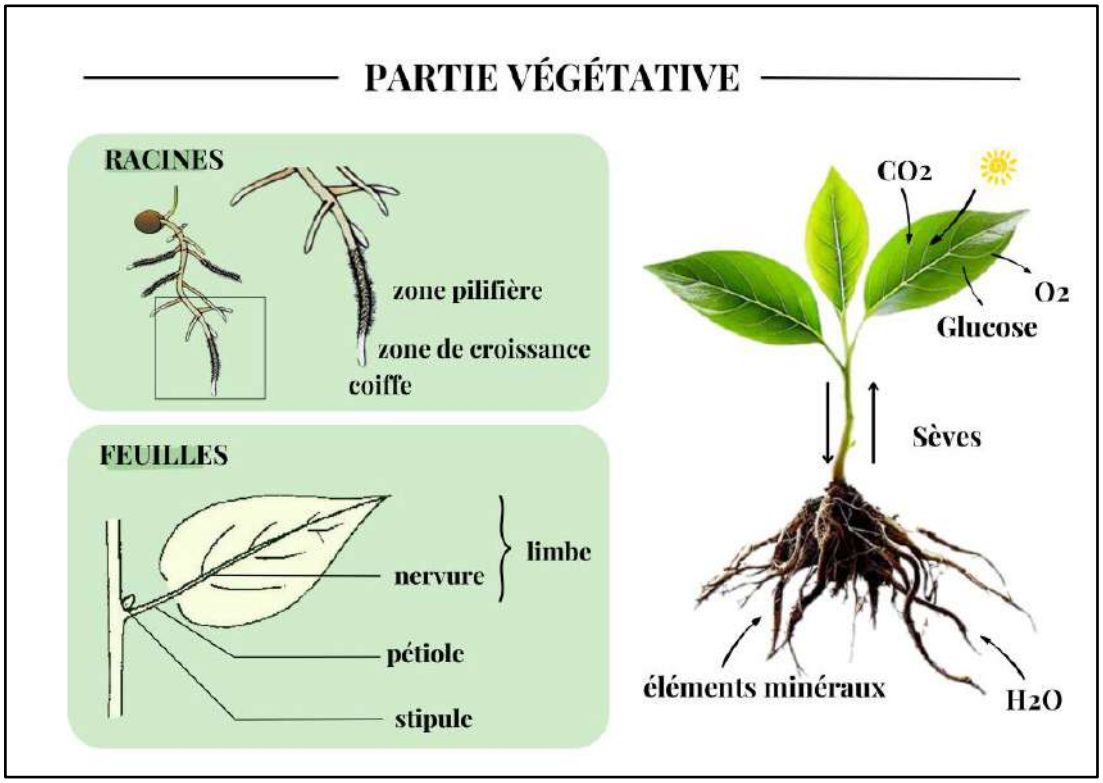
- **Baliteau, L., Denise, C., Legal, L., & Deschamps, P. (2013). Répartition et contribution à l'écologie des Papilionidae de l'Aveyron (Lepidoptera, Rhopalocera).** ***Lépidoptères*****,** ***22*****(55).**
- **Bergstrôm, A. (2005). Oviposition site preferences of the threatened butterfly Parnassius mnemosyne– implications for conservation.** ***Journal of Insect Conservation*****. https://doi.org/10.1007/s10841-004-3204-4**
- **Bittebiere, A.-K. (s. d.).** ***Méthodes d'inventaires et de relevés floristiques*** **[Cours]. UE ECDE, Lyon.**
- **Briquel, J. (2024).** ***Etude et comparaison de deux populations de Semi-Apollons (Parnassius mnemosyne) de la Chaîne des Puys (Auvergne)*** **[Rapport de stage]. Université SAVOIE MONT-BLANC.**
- **Colombo, R. (2019).** ***Inventaire et analyse spatio-temporelle des populations d'Apollon (Parnassius apollo) et de Semi-apollon (Parnassius mnemosyne) au sein du Parc naturel régional du Verdon. Mise en évidence de changements rapides dans l'écologie et la phénologie de ces espèces*****.** ***N°5*****, 86-101.**
- **Coste, A. H. (1990).** ***Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes: I*** **(III). Albert Blanchard.**
- **Deschamps-Cottin, M., Roux, M., & Descimon, H. (1997). Valeur trophique des plantes nourricières et préférence de ponte chez** ***Parnassius apollo*** **L. (Lepidoptera, Papilionidae).** ***Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*****,** ***320*****(5), 399-406. https://doi.org/10.1016/S0764-4469(97)85028-7**
- ***Fiche-ENSV6*****. (s. d.). Consulté 6 mai 2026, à l'adresse https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche-espace_naturel_sensible.pdf**
- **Filoche, S., Amblard, P., Bardet, O., Cordier, J., Dupré, R., Fedoroff, E., Rambaud, M., Vallet, J., Porcher, E., & Turcati, L. (s. d.).** ***Le protocole d'inventaire maille du Conservatoire botanique national du Bassin parisien*****.**

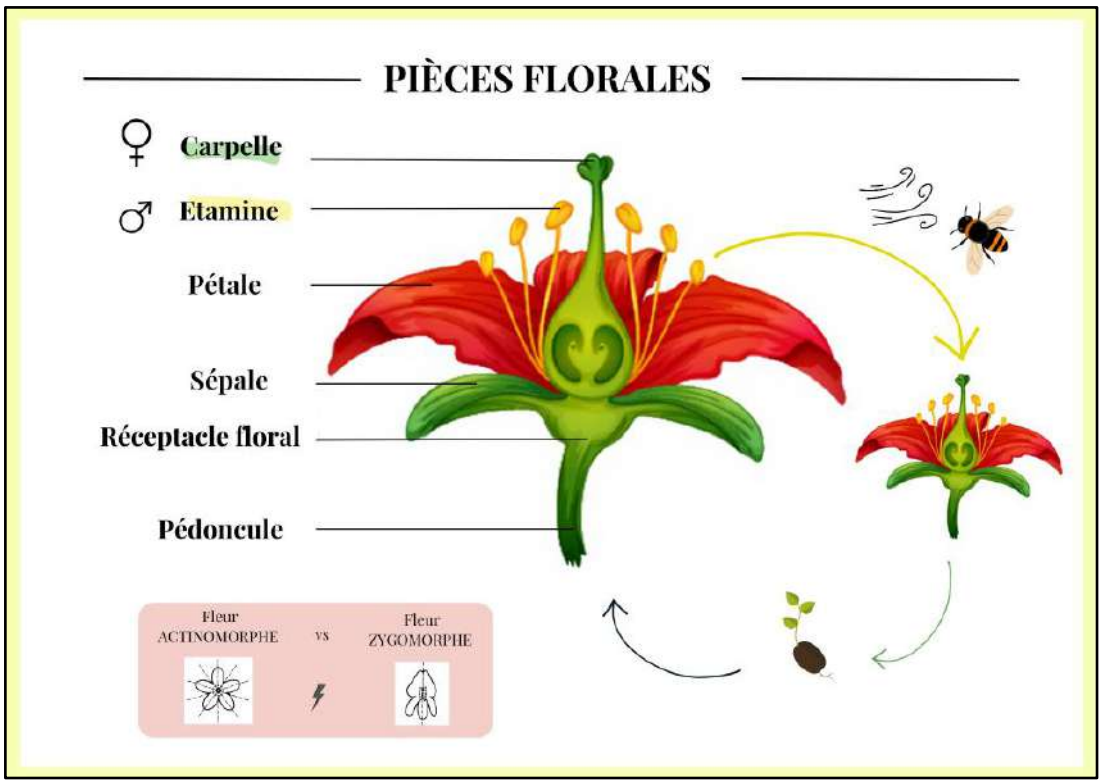
- **Gorbach, V. V., & Kabanen, D. N. (2010). Spatial organization of the clouded Apollo population (Parnassius mnemosyne) in Onega Lake Basin.** ***Entomological Review*****,** ***90*****(1), 11-22. https://doi.org/10.1134/S0013873810010021**
- **Hoddé, P. M.-C. (s. d.).** ***Lepinet.fr—Les carnets du lépidoptériste français—Des papillons aux lépidoptères*****. lepinet.fr. Consulté 6 mai 2026, à l'adresse https://lepinet.fr/especes/nation/carte.php?e=l&id=29200**
- **Konvička, M., & Kuras, T. (1999). Population structure, behaviour and selection of oviposition sites of an endangered butterfly, Parnassius mnemosyne, in Litovelsk´e Pomorav´ı, Czech Republic.** ***Journal of Insect Conservation*****,** ***3*****, 211-223.**
- **Martial, L. (s. d.).** ***« Suivi de la population de papillon Semi-Apollon et de sa plante hôte sur le secteur du Champ de Mars »*****.**
- **Merlet, F., & Houard, X. (2012).** ***Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Semi-Apollon (Parnassius mnemosyne (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques.*** **(p. 8). Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. https://papillons.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2020/08/tvb-semi-apollon-1.pdf**
- ***Migration of the clouded Apollo butterfly Parnassius mnemosyne in a network of suitable habitats – effects of patch characteristics*****. (s. d.). Consulté 18 mai 2026, à l'adresse https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1034/j.1600-0587.2003.03551.x?msockid=172238d05d3660003ff92ba35ceb619c**
- **Moussus, J.-P. (2024).** ***Les papillons de jour d'Europe Occidentale—Identifier tous les Papilionoidea et leurs chenilles*** **(Guide Delachaux, Vol. 1-1). Delachaux et Niestlé.**
- **Napolitano, M., Geiger, H., & Descimon, H. (s. d.).** ***Structure démographique et génétique de quatre populations provençales de Pamassius mnemosyne (L.) (Lepidoptera Papilionidae) : Isolement et polymorphisme dans des populations ' ' menacées ' '*****.**
- ***Sur la trace des chenilles d'Apollon | Parc national des Cévennes*****. (s. d.). Consulté 23 avril 2026, à l'adresse https://www.cevennes-parcnational.fr/fr/actualites/sur-la-trace-des-chenilles-dapollon**

- **Susan. (2020, août 8).** ***Getting Bing Maps to display in QGIS*** **[Forum post]. Geographic Information Systems Stack Exchange. chrome-extension://nmhdhpibnnopknkmonacoephklnflpho/q/370594**
- **Vallée, M. (2020).** ***SEMI-APOLLON Parnassius mnemosyne*** **[Article]. WWF, FSC.**

Annexes

Annexe 1 : Support animation “Initiation à la botanique”





Annexe 2 : Feuille de terrain prospection *Corydalis solida*

Fiche terrain – Prospection *Corydalis solida*

Numéro maille	Numéro parcelle agricole	Observateur(s)	Date	Météo	Temps de prospection

Annexe 3 : Feuille de terrain prospection des chenilles *Parnassius mnemosyne*

Fiche terrain - prospection chenilles *Parnassius mnemosyne*

Num	Observateur(s)	Date	Météo	Type d'observation
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			

Num	Observateur(s)	Date	Météo	Type d'observation
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			
	1 :			
	2 :			
	3 :			
	4 :			

Dans météo : S = soleil, N = nuageux, P = pluie *Dans type d'observation : C = chenille, T = trace passage chenille, M = mue , R = rien*