



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

**Auteurs de l'article :**

- **Raphael Colombo avec la collaboration de Yoan Braud**  
Asellia, 60 chemin de la Nuirie, 04200 Sisteron.  
[rcolombo@asellia-ecologie.fr](mailto:rcolombo@asellia-ecologie.fr)

**Résumé :**

L'Apollon et le Semi-apollon sont 2 papillons protégés emblématiques des milieux d'altitude. Dans le cadre de l'élaboration des trames vertes et bleues du Parc Naturel Régional du Verdon, 328 observations bibliographiques ont pu être compilées sur ces espèces entre 1924 et 2015 et 132 observations ont pu être réalisées sur le terrain lors des 47 jours de prospection réalisés entre 2016 et 2017 par Asellia et Entomia.

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

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

## INTRODUCTION :

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

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

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

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



Apollon (*Parnassius apollo*) - auteur : Raphael Colombo



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

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



## MÉTHODOLOGIE :

### Compilation de données :

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

### Inventaire complémentaire :

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

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



## Traitements des données :

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

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

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

## RÉSULTATS :

### Compilation de données et prospections de terrain :

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

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

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

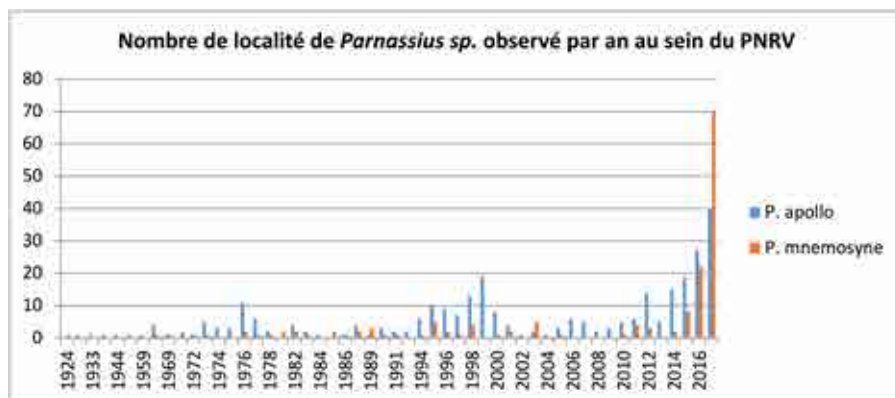


Figure 1



### Répartition :

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

### Habitat :

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

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



Habitat typique à Semi-apollo - auteur : Raphael Colombo

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



## Phénologie :

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

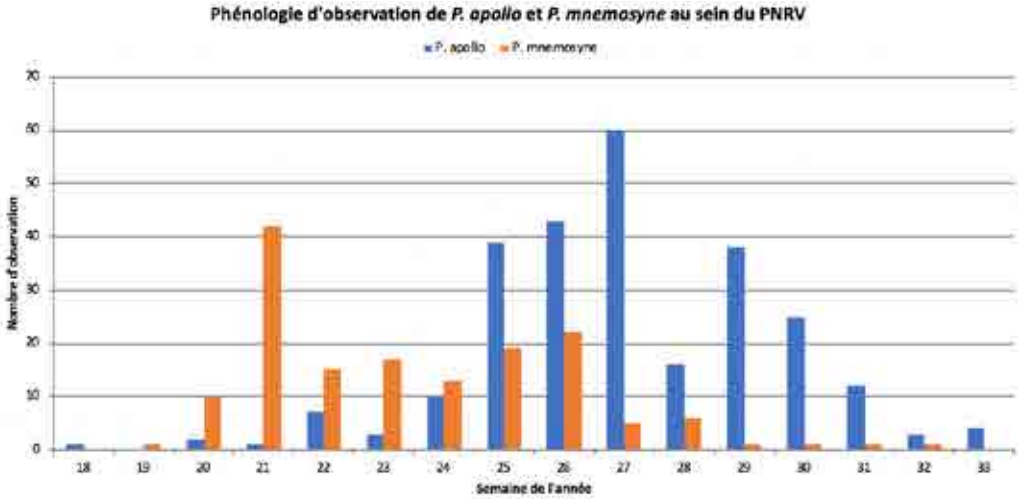


Figure 3

## Répartition altitudinale :

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

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

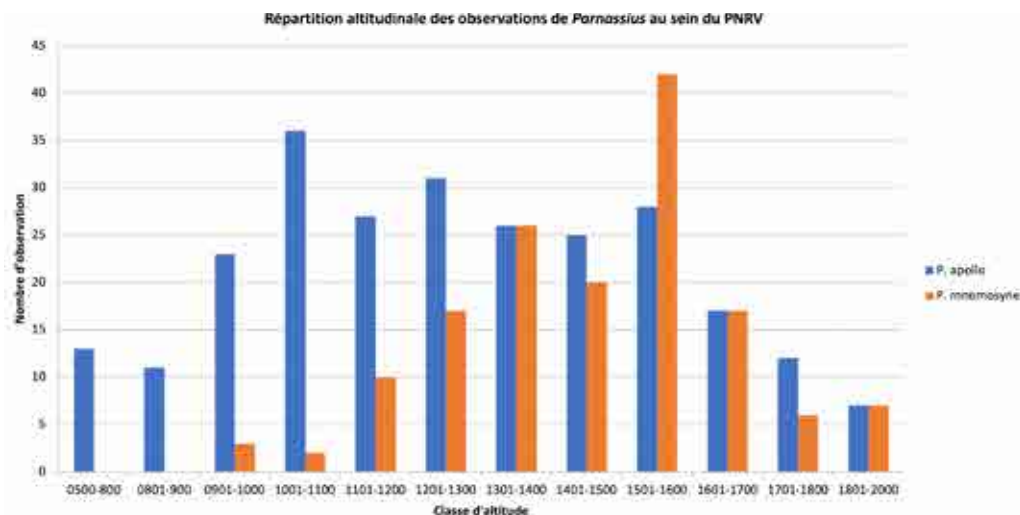


Figure 4

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

Les analyses spatiales montrent que les principaux habitats positivement sélectionnés par *P. mnemosyne* au sein du PNRV sont les : « Pelouses et pâturages naturels » (22 %), « Garrigues basses » (18%), « Forêts de conifères fermées denses » (18%), et « Végétation clairsemée » (14%).

Pour *Parnassius apollo*, les analyses spatiales (Fig. 2) montrent que les principaux habitats positivement sélectionnés par l'espèce au sein du Parc sont les : « Roches nues » (17%), « Végétation clairsemée » (13 %), « Forêts de conifères fermées claires » (11 %) et « Garrigues basses » (10%).

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

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

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





## ANALYSE TEMPORELLE :

### Évolution de la répartition géographique

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

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

### Evolution de la phénologie

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

Ainsi, avant les années 80, le jour d'observation moyen dans l'année pour *P. apollo* était le 190<sup>e</sup> de l'année (~ 9 juillet). Sur la période d'étude (2016-2017) celui-ci est le 176<sup>e</sup> (~ 25 juin) soit environ 2 semaines de décalage phénologique moyen en quelques décennies.

Concernant *P. mnemosyne*, avant les années 80, le jour d'observation moyen était le 174<sup>e</sup> de l'année (~ 23 juin). Sur la période d'étude (2016-2017) celui-ci est le 153<sup>e</sup> (~ 2 juin) soit environ 20 jours de décalage phénologique moyen en quelques décennies.

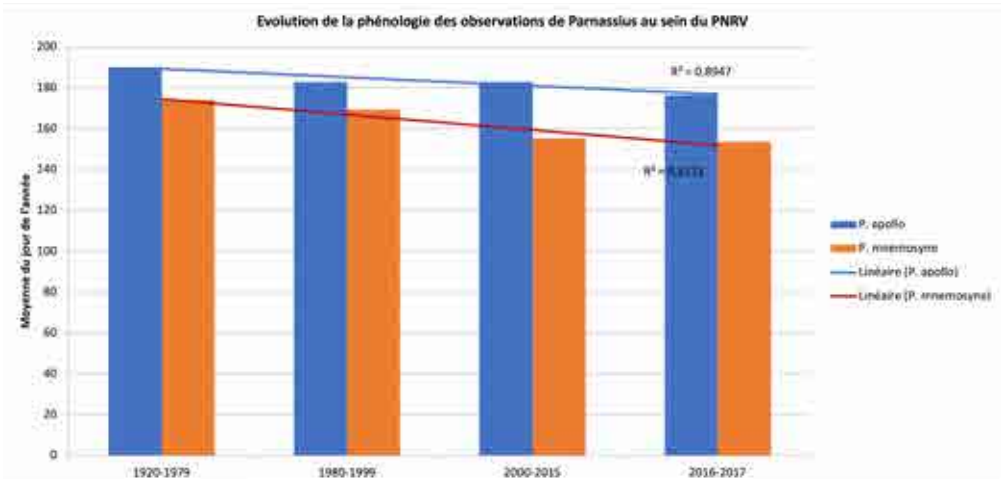


Figure 5



## Evolution altitudinale

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

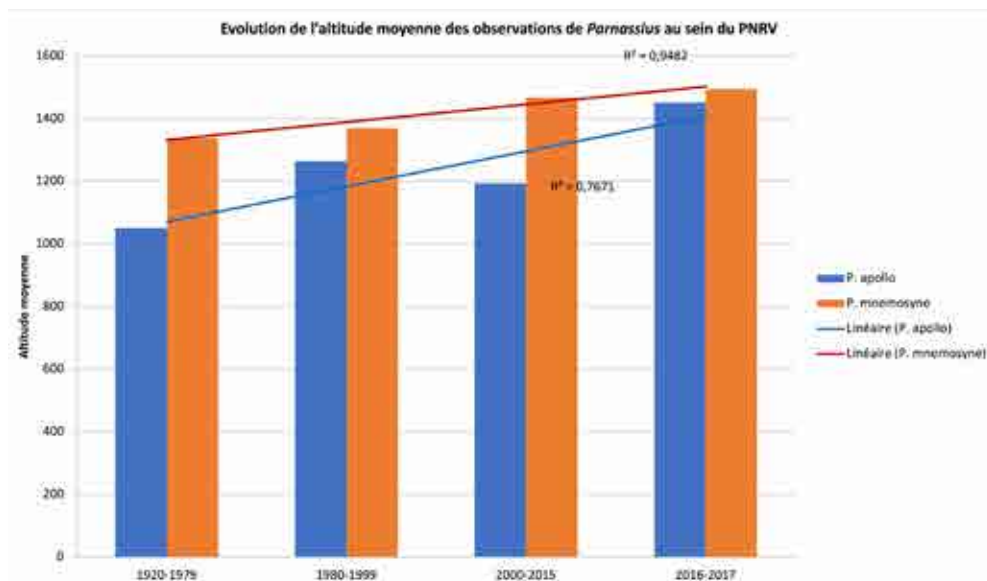


Figure 6

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



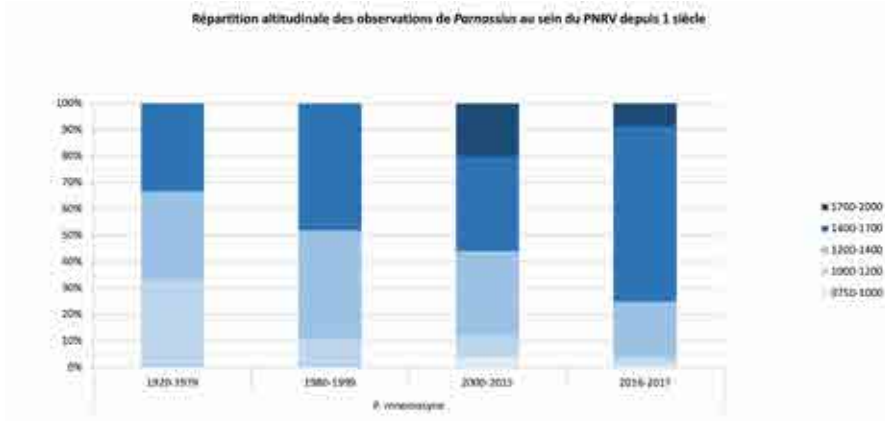


Figure 7a

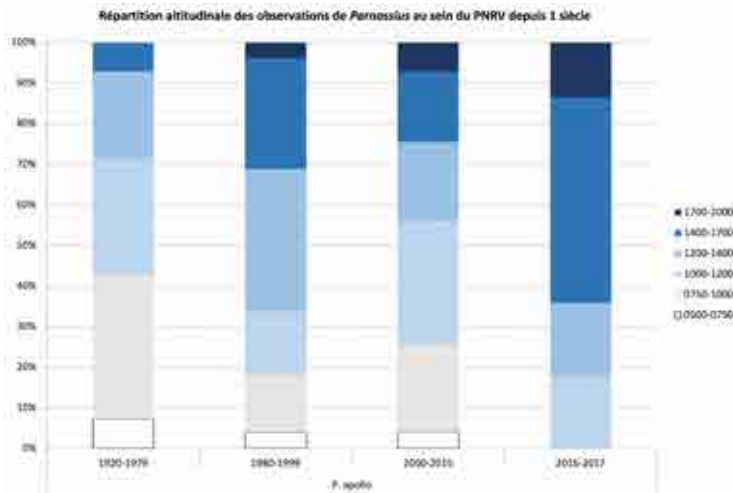


Figure 7b

## PREMIERS EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?

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

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

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



## QUEL LIEN AVEC LA TRAME VERTE ET BLEUE ?

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

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

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

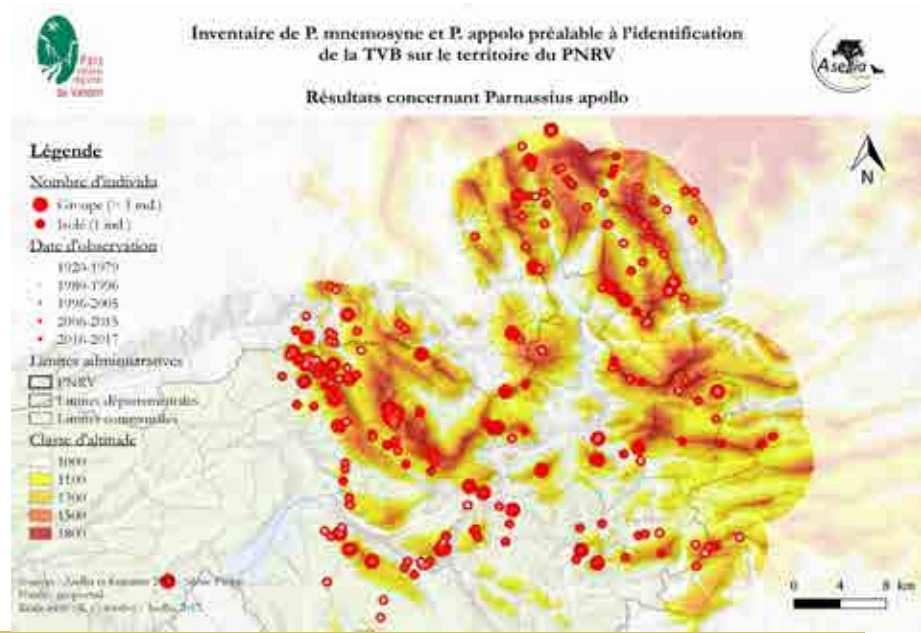


Figure 8 : Répartition des stations à *Parnassius apollo* recensées sur le territoire du Parc

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

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

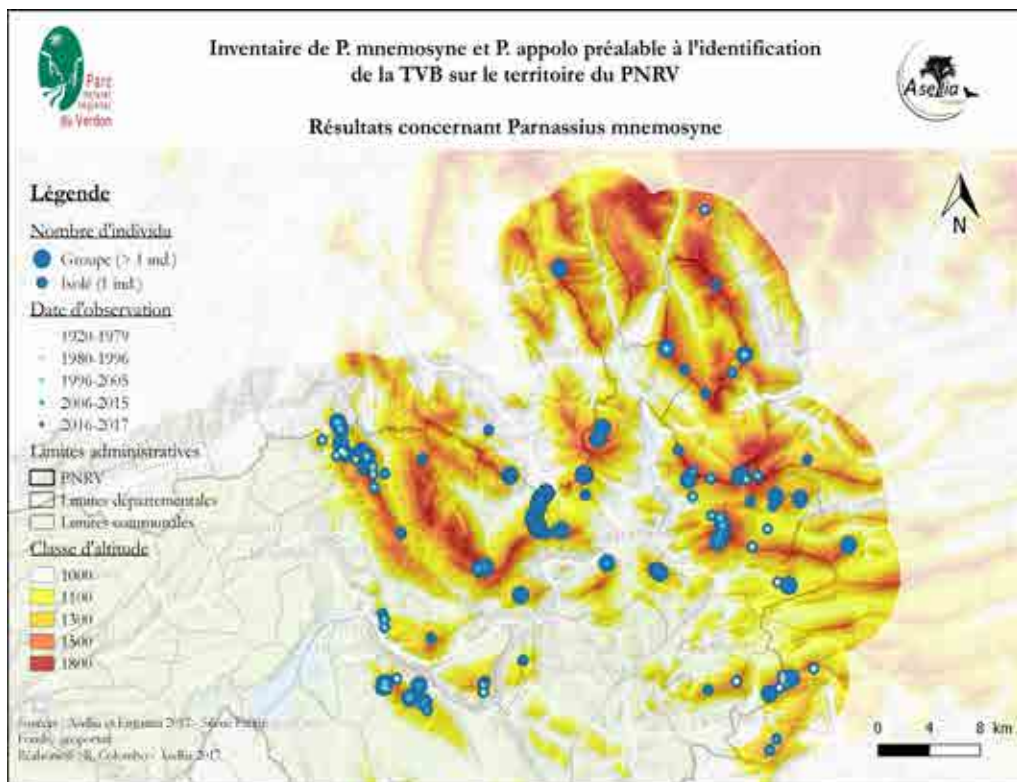


Figure 9. Répartition des stations à *Parnassius mnemosyne* recensées sur le territoire du Parc

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



## CONCLUSION :

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

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

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

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



## REMERCIEMENTS :

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

# Photo

## BIBLIOGRAPHIE

### Références bibliographiques :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Photo