

## Chapitre 4. *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) — Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes

*Auteur : Mathieu Molières, Contributeur : Fanny Mallard*

---

**Résumé :** Dans le cadre du programme régional Les sentinelles du climat, dont l'objectif principal est d'étudier l'effet du changement climatique sur la biodiversité de Nouvelle-Aquitaine, une étude spécifique est menée sur les lépidoptères rhopalocères de montagne dans les Pyrénées-Occidentales. À la fois ciblée sur le cortège lépidoptérique et une espèce protégée emblématique des milieux montagnards, l'Apollon (*Parnassius apollo*), cette étude se base sur des suivis de terrain réguliers. Deux protocoles sont appliqués et devraient à terme permettre de suivre l'évolution du cortège lépidoptérique (abondance et richesse spécifique, rapport espèces strictement montagnardes/espèces ubiquistes) et celle des populations de *P. apollo*. Les tendances observées dans le cadre d'études similaires menées dans d'autres chaînes montagneuses ont en effet montré une évolution du cortège lépidoptérique montagnard : diminution des populations d'espèces strictement montagnardes, décalage phénologique, changement de plantes hôtes, etc. Sur chacun des dix sites faisant l'objet de ce suivi une station de relevés météorologiques a été positionnée ce qui permet de comparer les évolutions de cortège ou de population en fonction des conditions météorologiques locales. Les résultats pourront permettre de mieux anticiper l'impact du changement climatique sur ce groupe et de proposer d'éventuelles mesures de conservation.

**Mots-clés :** changement climatique, cortège, données météorologiques, habitats naturels, Lépidoptères rhopalocères de montagne, *Parnassius apollo*, points d'observation, protocoles, Pyrénées-Atlantiques, sites, suivis, transects.

## 4.1 Introduction

La littérature scientifique indique que, parmi les espèces, les papillons sont celles qui ont répondu le plus aux changements climatiques, notamment en modifiant leurs aires de répartition vers le nord ou vers de plus hautes altitudes (WILSON & MACLEAN, 2011).

Les lépidoptères des montagnes basques et béarnaises ne devraient pas échapper à cette tendance et il est probable que nous observions à plus ou moins long terme une modification des cortèges avec notamment une raréfaction des espèces montagnardes, une augmentation des espèces « planitiales », un changement de phénologie chez certaines espèces ou un changement de plante hôte. Wilson *et al.* (2007) ont étudié le changement de cortège d'espèces dans la Sierra du Guadarrama (centre Espagne) entre 1967 et 2005. Leurs résultats suggèrent par exemple que le changement climatique, combiné avec la perte d'habitat et d'autres facteurs de changements biologiques, entraînent des pertes significatives dans la richesse spécifique en milieu de montagne et dans certaines régions où se rencontrent des espèces à leurs marges latitudinales les plus basses. 90% du territoire étudié par ces auteurs a été sujet à un déclin de la richesse spécifique, avec une domination d'espèces à large aire de répartition, la colonisation des espèces de plaine plus en altitude ne compensant pas la diminution de la richesse spécifique des espèces de montagne (WILSON *et al.*, 2007).

Parmi les espèces montagnardes emblématiques figure l'Apollon (*Parnassius apollo*, Lepidoptera – Papilionidae). Cette espèce protégée remarquable par sa taille a fait l'objet de nombreuses études en France et en Europe. C'est sur cette espèce, et le cortège lépidoptérique qui l'accompagne, que le suivi s'est focalisé. En effet, la diminution de ses effectifs voire la disparition des populations isolées de basses altitudes, en partie due au changement climatique, est visible depuis les années 70 dans différents massifs européens (DESCIMON, 1994 ; LAFRANCHIS *et al.*, 2015). Ashton *et al.* (2009) ont également montré une évolution de sa phénologie (sortie plus précoce) et de son écologie (changement de plante-hôte) sur certaines populations de la Sierra de Guadarrama. Pour étudier *P. apollo* face au changement climatique, plusieurs facteurs sont donc à prendre en compte. La dynamique de population dépend notamment de la topographie au niveau local, qui aura des effets sur la disponibilité des ressources et la présence de microclimats potentiellement plus favorables aux conditions ambiantes (WILSON *et al.*, 2015).

Dans le cadre du programme les sentinelles du climat, 10 sites localisés dans les montagnes basques et béarnaises des Pyrénées-Atlantiques font l'objet d'un suivi. Ces sites ont avant tout été sélectionnés car ils accueillent une population de *P. apollo*. Afin d'évaluer les évolutions des populations en fonction de l'altitude les sites présentent des altitudes variables comprises entre 1400 et 2000 m ainsi que des expositions différentes (Sud, SO, Est et NE). Une double méthodologie est appliquée afin de tenter d'apporter des éléments de réponse sur la réponse du cortège lépidoptérique montagnard et de *P. apollo* face au changement climatique. Quatrième année du programme et troisième année de suivi après une première année de tests protocolaires, l'année 2020 a permis de mettre en œuvre pour la deuxième fois l'intégralité du protocole, validé définitivement en 2018. Même si les données ne semblent toujours pas suffisantes pour faire ressortir des tendances statistiques, l'accumulation des relevés permet d'affiner l'état des lieux de la richesse spécifique sur chaque site et d'apporter des éléments supplémentaires sur la phénologie de *P. apollo* en Pyrénées occidentales.

Les paragraphes suivants présentent les principaux éléments méthodologiques du suivi, les résultats exploratoires naturalistes obtenus en 2020 ainsi que des éléments de comparaison par rapport aux résultats obtenus les années précédentes.

## 4.2 Matériel et Méthodes

### 4.2.1 Matériel biologique – Identification des espèces « montagnardes »

Sur l'ensemble des espèces contactées en 2020, 10 espèces sont définies comme des espèces inféodées au milieu montagnard (LAFRANCHIS, 2000 ; GOURVIL *et al.*, 2016) (Tab. XXVI). Les autres espèces recensées sont donc définies comme ubiquistes au regard de cette étude.

Tab. XXVI. Espèces « montagnardes » du cortège lépidoptérique étudié.

Nom latin	Nom vernaculaire	Habitat
<i>Erebia cassioides</i>	Moiré lustré	Pelouses rases, à partir de 1400m
<i>Erebia epiphron</i>	Moiré de la Canche	Pelouses mésophiles ou humides, de 550 à 2000m
<i>Erebia meolans</i>	Moiré des Fétuques	Pentes rocheuses, landes et pelouses écorchées, clairières. De 400 à 2600m
<i>Erebia euryale</i>	Moiré frange-pie	Lisières et clairières des bois (notamment de conifères), landes subalpines et prairies herbeuses. Au-dessus de 1000 m
<i>Erebia pronoe</i>	Moiré fontinal	Prairies et landes rocheuses, clairières, de 800 à 2100 m
<i>Lasiommata petropolitana</i>	Gorgone	Lisières et clairières des bois, souvent sur des endroits rocheux en altitude. De 1100 à 2000m
<i>Lycaena hippothoe</i>	Cuivré écarlate	Prairies, clairières humides et tourbières, de 1100 à 2200m
<i>Lycaena virgaureae</i>	Cuivré de la verge-d'Or	Prairies, pelouses, lisières et clairières des bois, à partir de 1000m
<i>Parnassius apollo</i>	Apollon	Pelouses et clairières sèches et rocheuses, éboulis, talus rocheux, de 1300 à 2000m
<i>Parnassius mnemosyne</i>	Semi-Apollon	Clairières, lisières des bois ensoleillés, prairies herbeuses plutôt humides, en général de 900 à 2400 m

### 4.2.2 Sélection des sites

Un total de 10 sites a été sélectionné selon les caractéristiques suivantes (MALLARD, 2017b ; MALLARD, 2018a) :

- présence d'une population de *Parnassius apollo* (observations directes ou données bibliographiques issues de la plate-forme associative faune-aquitaine.org et de données ponctuelles de naturalistes) ;

- site présentant une superficie minimale d'habitats favorables (pelouses caillouteuses thermophiles avec présence de plantes hôtes (*Sedum spp.*, *Sempervivum spp.*) et plantes nectarifères (*Cirsium spp.*, *Scabiosa columbaria*, *Carduus spp.*, etc.), l'objectif étant de placer un ou deux transects ;

- accessibilité de la zone (moins d'une heure de marche pour accéder au site) ;

- obtenir un échantillonnage de sites variés en altitude, exposition et en contexte géographique (piémont, cœur de chaîne, fond de vallée, etc.) ;

- dans la mesure du possible les sites faisant déjà l'objet d'un suivi dans le cadre du programme (Marmotte des Alpes, Léopard de Bonnal) ont été privilégiés.

### 4.2.3 Description des sites choisis

Les dix sites sont ainsi répartis géographiquement :

- sept sites en vallée d'Ossau (Lagouare, Sagette, Séous, Soussouéou, Sagette, Soques, Pombie)
- deux en vallée d'Aspe (Peyrenère, Somport)
- un dans la province Basque de la Soule (Bizkarzé) (Fig. 133).

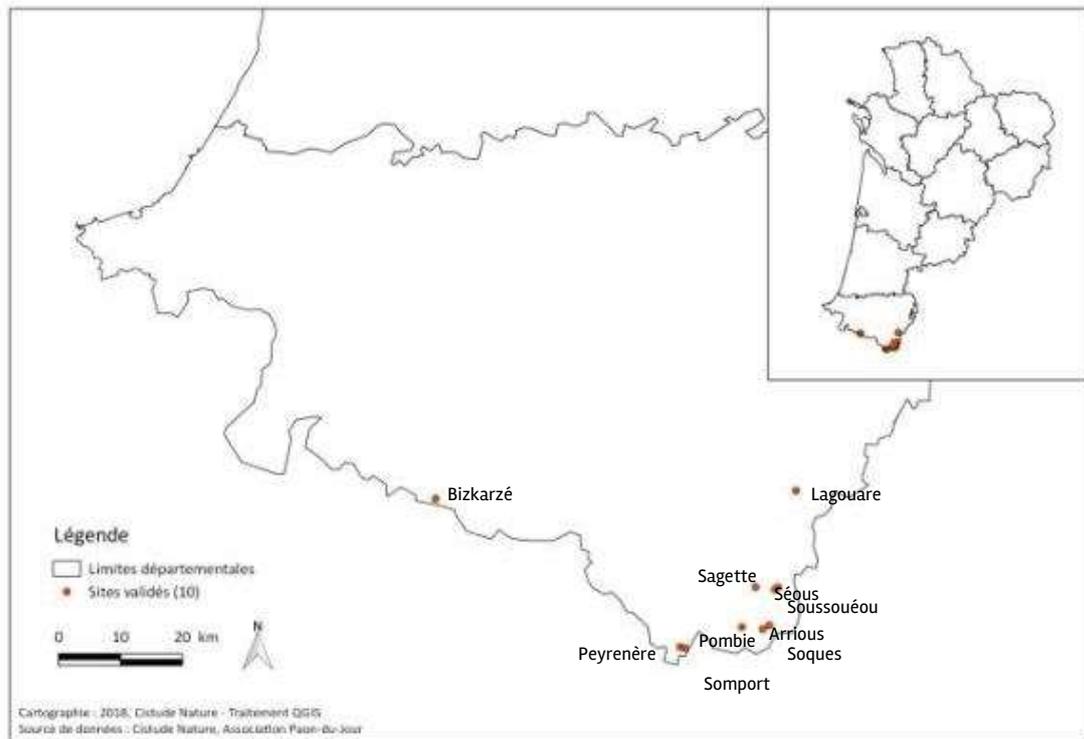


Fig. 133. Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi *P. apollo* et cortège lépidoptérique associé.

Leurs caractéristiques sont indiquées dans le tableau qui suit (Tab. XXVII).

Tab. XXVII. Caractéristiques des sites et transects de suivis *P. apollo* et cortège lépidoptérique associé.

Vallée	Commune	Nom du site	Numéro transect	Départ (wgs84)		Arrivée (wgs84)		Longueur (m)	Altitude (m)		Exposition dominante
				N	W	N	W		Départ	Arrivée	
Ossau	Louvie-Juzon	Lagouare	1	43,03818	0,33053	43,038911	0,3292	150	1433	1428	Sud
			2	43,03779	0,33029	43,03833	0,32875	150	1420	1414	Sud
	Laruns	Séous	1	42,89231	0,36246	42,89266	0,36417	150	1783	1778	Nord-est
		Soussouéou	1	42,89598	0,3581	42,89585	0,35645	150	1445	1444	Nord-est
		Pombie	1	42,8349	0,42576	42,83612	0,42518	150	1979	1991	Est
		Arrious	1	42,84016	0,37134	42,8403	0,36973	150	1686	1691	Sud
			2	42,83975	0,37072	42,83946	0,37183	150	1649	1640	Sud
		Soques	1	42,83299	0,38434	42,83425	0,38393	150	1408	1405	Ouest
		Sagette	1	42,89466	0,40232	42,89526	0,40079	150	1827	1816	Sud-ouest
Aspe	Urdo	Peyrenère	1	42,80288	0,54595	42,8021	0,54462	150	1444	1451	Sud-ouest
		Somport	1	42,8007	0,53537	42,80122	0,53694	150	1567	1562	Sud-ouest
Soule	Larrau	Bizkarzé	1	43,00222	1,04459	43,00199	1,0428	150	1549	1542	Sud

#### 4.2.4 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Deux techniques de suivis sont utilisées (MALLARD, 2017b ; MALLARD, 2018a). Le cortège lépidoptérique de chaque site est étudié par le biais de transects, tandis que l'abondance de *P. apollo* est estimée par point fixe d'observation. Les méthodes d'échantillonnage sont détaillées ci-dessous.

##### Étude du cortège lépidoptérique

Pour l'étude du cortège lépidoptérique, l'échantillonnage par transect a été privilégié. La méthode s'inspire du protocole STERF (Suivi temporel des rhopalocères de France) (POLLARD & YATES, 1993). Elle a été adaptée au contexte montagnard (terrain escarpé et densité importante de lépidoptères) en réduisant la longueur du transect à 150 m (MALLARD, 2017b).

Un transect a été positionné sur chaque site en fonction de la présence d'habitats favorables à *P. apollo* (MALLARD, 2018b). Lorsque la superficie d'habitats jugés favorables le permettait, un deuxième transect a été positionné comme à Lagouare et Arrious (Tab. XXVIII). Les transects ont été positionnés en suivant au mieux les courbes de niveau (MALLARD, 2017b).

##### Estimation de l'abondance de *P. apollo*

Pour estimer l'abondance de *P. apollo*, des points fixes d'observation ont été positionnés aléatoirement sur chaque site. Cette méthode a été privilégiée car elle s'adapte particulièrement à l'espèce (facilement détectable, population à faible effectif) et à son habitat (terrain escarpé, pelouse rase).

Deux points d'observation sont présents sur chaque site. Leur positionnement a été défini lors d'une étude spécifique (MALLARD, 2017b ; MALLARD, 2018b).

Les caractéristiques de ces 20 points sont présentées dans le tableau suivant (Tab. XXVIII).

Tab. XXVIII. Caractéristiques des points d'échantillonnage pour le suivi *P. apollo*.

Vallée	Commune	Nom du site	Nom définitif du point	Nom initial du point (suivi 2017)	Coordonnées GPS (WGS84)		Axe d'orientation	Altitude (m)
					N	W		
Ossau	Louvie-Juzon	Lagouare	LAG1	LAG4	43.0381	0.33006	N-O	1429
			LAG2	LAG5	43.03819	0.32898	N	1409
	Laruns	Séous	SEO1	/	42.893	0.36483	S-O	1795
			SEO2	SEO3	42.89214	0.36358	O	1786
		Soussouéou	SOU1	/	42.89602	0.35735	S	1434
			SOU2	SOU3	42.89553	0.35529	S-O	1438
		Pombie	POM1	POM3	42.83505	0.42581	O	1996
			POM2	POM5	42.83604	0.42488	N-O	1995
		Arrious	ARR1	/	42.83927	0.37329	E	1610
			ARR2	/	42.83932	0.37145	N	1626
		Soques	SOQ1	/	42.8344	0.38483	N-E	1383
			SOQ2	SOQ5	42.83353	0.38418	E	1397
	Sagette	SAG1	SAG4	42.8956	0.40008	N	1825	
		SAG2	SAG5	42.89469	0.40141	N	1820	
Aspe	Urdos	Peyrenère	PEY1	/	42.80279	0.54609	E	1436
			PEY2	/	42.80216	0.54512	N-E	1441
	Somport	SOM1	/	42.80106	0.53721	N-E	1534	
		SOM2	/	42.80051	0.53554	N-E	1542	
Soule	Larrau	Bizkarzé	BIZ1	/	43.00194	1.04307	N-E	1517
			BIZ2	/	43.00225	1.04504	E	1553

#### 4.2.5 Méthode de relevés et détermination des espèces

Pour le point fixe, l'ensemble des imagos observés dans un demi-cercle de 50 m de rayon est comptabilisé pendant 5 minutes (MALLARD, 2017b) (Fig. 134).

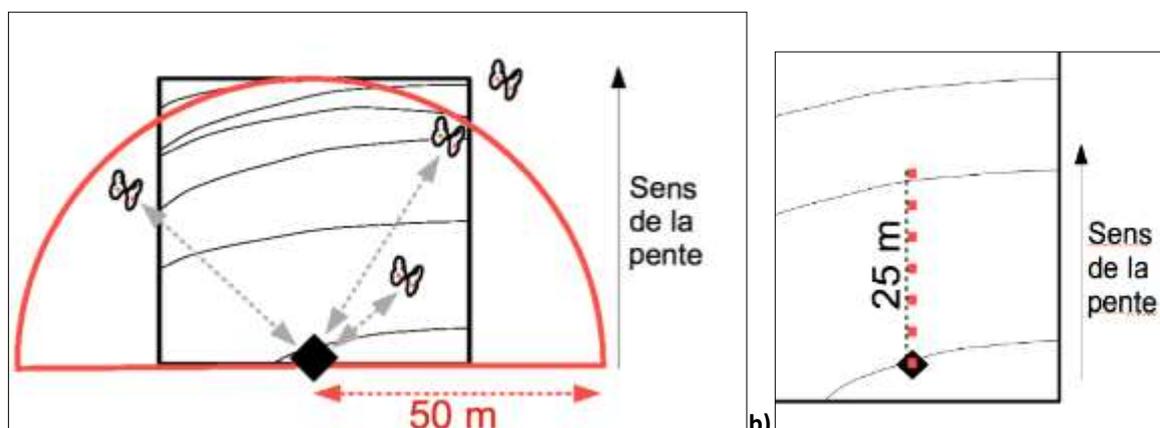


Fig. 134. Méthode de comptage par point fixe (a) et méthode d'échantillonnage par quadrat (b).

Le transect est quant à lui parcouru en 10 min ( $\pm 1$  min) en identifiant et comptabilisant l'ensemble des imagos présents au sein d'une boîte imaginaire de 5m<sup>3</sup> (MALLARD, 2017b) (Fig. 135).

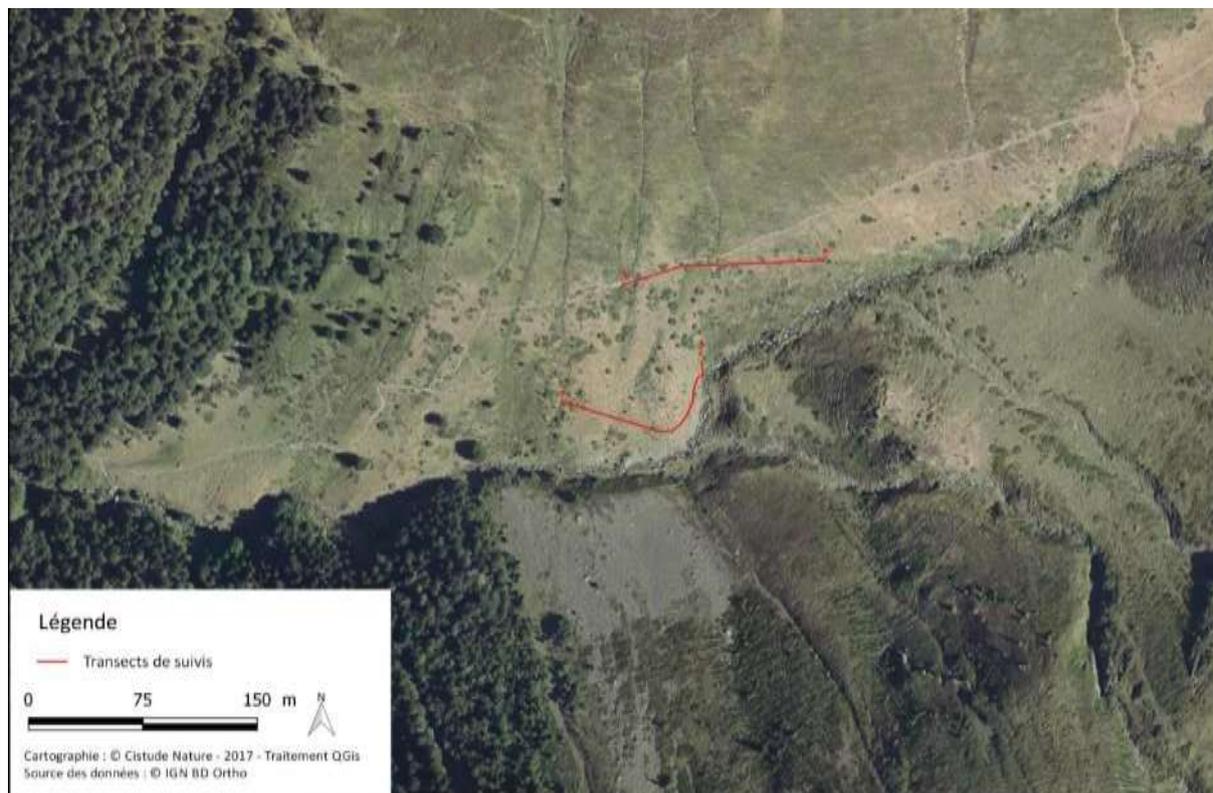


Fig. 135. Localisation des transects d'Arrious.

Lorsqu'il n'est pas possible de déterminer un individu à l'espèce (non identifiable en vol et non capturé), celui-ci est noté avec le taxon le plus précis possible (genre < morphotype < famille).

#### 4.2.6 Conditions météorologiques requises

Les conditions météorologiques requises pour réaliser le suivi sont celles définies dans le protocole STERF (MALLARD, 2017b ; POLLARD & YATES, 1993).

#### 4.2.7 Nombre de campagne de relevés

Le protocole initial prévoyait quatre relevés annuels (MALLARD, 2017b ; MALLARD, 2018a). Deux principales raisons ont justifié une augmentation du nombre de relevés qui est passé de 4 à 5 en 2019 :

1- augmenter le nombre de données, insuffisantes pour certains sites, pour un traitement statistique optimal,

2- couvrir au mieux la période de vol de *P. apollo* (en 2018, la sortie tardive de l'espèce avait entraîné, pour certains sites, l'observation du pic de vol lors du dernier relevé, fin août).

Idéalement les relevés doivent débuter à partir de la mi-juin, sous réserve d'absence de neige, pour se terminer mi-septembre avec un intervalle idéal de 2 semaines entre chaque relevé (Tab. XXIX).

Tab. XXIX. Phasage des différentes sessions (en vert périodes idéales, en jaune période possible, en fonction de la hauteur de neige).

Juin				Juillet				Août				Septembre			
Sem. 1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem. 1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem. 1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem. 1	Sem.2	Sem.3	Sem.4

#### 4.2.8 Fiche de relevés

Des fiches de relevé spécifiques ont été créées pour les deux protocoles (transect et point d'observation). Elles comportent l'ensemble des éléments nécessaires au relevé : nom du site, météo, observateur, date, heure du relevé, etc. (MALLARD, 2017b ; MALLARD, 2018a).

#### 4.2.9 Suivi habitats

Un inventaire des habitats a été réalisé sur deux années par le Conservatoire Botanique National Pyrénées et Midi-Pyrénées. L'objectif est d'obtenir un état des lieux de la composition des habitats sur chaque site selon une approche phytosociologique. Ces données, qui seront mises à jour tous les 6 ans, devraient permettre d'étudier les dynamiques végétales et d'évaluer les modifications de milieu, qui pourraient entraîner des changements au sein des cortèges de Lépidoptères (MALLARD, 2017b).

#### 4.2.10 Analyses descriptives

L'indice d'abondance (IA) de *P. apollo* correspond à la moyenne des comptages sur les points d'observation lors des trois relevés effectués durant la période de vol de l'espèce (soit une moyenne de six relevés/an/site).

## 4.3 Résultats

### 4.3.1 Relevés des espèces de lépidoptères

Le premier relevé s'est déroulé du 22 au 26 juin, le second du 14 au 21 juillet, le troisième du 4 au 15 août, le quatrième du 20 au 26 août et le dernier passage a été effectué entre le 10 et le 14 septembre 2020.

Le tableau suivant présente les dates de relevés pour chaque site ainsi que les observations de *P. apollo* (Tab. XXX).

Tab. XXX. Date des relevés 2020 par passage et observations de *P. apollo* (dates en gras).

Nom du site	1 <sup>er</sup> passage	2 <sup>ème</sup> passage	3 <sup>ème</sup> passage	4 <sup>ème</sup> passage	5 <sup>ème</sup> passage
Lagouare	<b>25/06/2020</b>	19/07/2020	08/08/2020	24/08/2020	10/09/2020
Arrious	<b>23/06/2020</b>	18/07/2020	05/08/2020	20/08/2020	14/09/2020
Séous	24/06/2020	17/07/2020	<b>07/08/2020</b>	25/08/2020	11/09/2020
Soussouéou	24/06/2020	<b>17/07/2020</b>	07/08/2020	25/08/2020	11/09/2020
Pombie	23/06/2020	<b>18/07/2020</b>	06/08/2020	21/08/2020	14/09/2020
Soques	23/06/2020	<b>18/07/2020</b>	05/08/2020	20/08/2020	14/09/2020
Sagette	24/06/2020	<b>21/07/2020</b>	10/08/2020	25/08/2020	11/09/2020
Peyrenère	22/06/2020	16/07/2020	04/08/2020	23/08/2020	10/09/2020
Somport	<b>22/06/2020</b>	16/07/2020	04/08/2020	23/08/2020	10/09/2020
Bizkarzé	26/06/2020	<b>20/07/2020</b>	15/08/2020	26/08/2020	13/09/2020

En gras : dates de relevé faisant l'objet de la première observation de *P. apollo*

### 4.3.2 Méthode de suivi de *P. apollo*

La méthode par transect a permis de détecter *P. apollo* sur 8 sites en 2020, avec un maximum cumulé de 7 observations sur les sites d'Arrious et de Sagette. La méthode par point fixe a permis d'observer *P. apollo* sur 9 sites, avec un maximum de 13 individus observés sur le site de Sagette (Fig. 136).

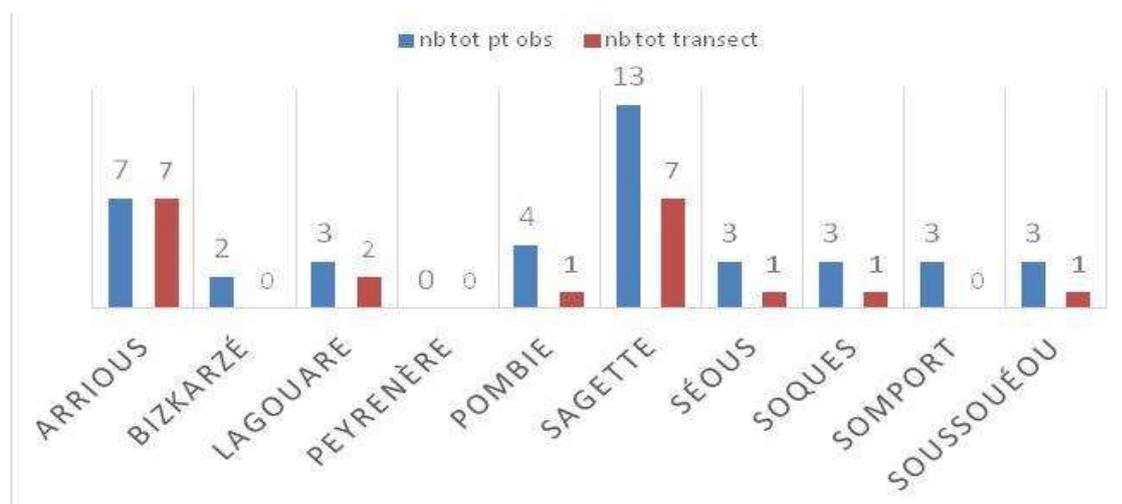


Fig. 136. Nombre d'observations de *P. Apollo* (cumul des relevés) par site, en fonction de la méthode (barre bleue : point d'observation, barre orange : transect).

À l'issu des cinq passages, et toutes méthodes confondues, *P. apollo* n'a toujours pas été contacté depuis 2016 sur le site de Peyrenère ce qui vient renforcer l'hypothèse d'une absence de population sur ce site.

### Suivis du cortège des lépidoptères de montagne

#### 4.3.3 Indice de richesse spécifique

Pour la première fois depuis la mise en place du suivi 2017, une baisse du nombre total d'espèces est observée sur l'ensemble des transects avec 47 espèces en 2020 soit 7 de moins qu'en 2019 (54) (Tab. XXXI). Le nombre de nouvelles espèces contactées est très faible (2) et pourrait signifier l'atteinte d'un niveau de connaissance du cortège lépidoptérique montagnard proche de l'exhaustivité pour les altitudes concernées.

Tab. XXXI. Évolution du nombre total d'espèces et nouvelles espèces contactées depuis 2017

	2017	2018	2019	2020
<b>Nombre total d'espèces</b>	29	45	54	47
<b>Nombre de nouvelles espèces</b>	0	16	12	2

Le site d'Arrious reste le site sur lequel la plus grande richesse spécifique est observée sur les transects avec 31 espèces contactées en 2020. Pour la deuxième année consécutive, le site de Pombie présente la plus faible richesse spécifique avec seulement 5 espèces observées.

L'année 2020 est marquée par une baisse globale de la richesse spécifique (Tab. XXXII). Seul le site de Soussouéou et dans une moindre mesure celui de Séous ont des richesses spécifiques qui augmentent (de 9 espèces en 2017 à 15 espèces en 2020, de 7 espèces en 2017 à 26 espèces en 2020 respectivement).

Tab. XXXII. Bilan de la richesse spécifique (RS) et pourcentage d'espèces strictement montagnardes observés par site.

Site	Richesse spécifique				Taux d'espèces montagnardes				Evolution 2017-2018		Evolution 2018-2019		Evolution 2019-2020	
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	Espèces	Taux d'espèces montagnardes	Espèces	Taux d'espèces montagnardes	Espèces	Taux d'espèces montagnardes
Arrious	22	28	33	31	14%	21%	27%	23%	+6	+7%	+5	+6%	-2	-5%
Bizkarzé	8	15	13	9	25%	20%	38%	11%	+9	-5%	-2	+18%	-4	-27%
Lagouare	13	20	21	14	15%	25%	24%	14%	+7	+10%	+1	-1%	-7	-10%
Peyrenère	2	7	14	13	0%	29%	7%	15%	+5	+29%	+7	-22%	-1	+8%
Pombie	9	10	5	5	56%	40%	40%	40%	+1	-16%	-5	0%	0	0%
Sagette	9	16	16	17	22%	38%	19%	24%	+8	+16%	0	-19%	+1	+5%
Séous	9	12	11	15	56%	42%	36%	33%	+3	-14%	-1	-6%	+4	-3%
Somport	3	7	16	9	0%	14%	13%	22%	+4	+14%	+9	-2%	-7	+10%
Soques	5	6	17	10	20%	17%	18%	30%	+1	-3%	+11	+1%	-7	+12%
Soussouéou	7	19	17	26	29%	26%	29%	23%	+12	-3%	-2	+3%	+9	-6%

Tout comme en 2019, environ un quart du cortège lépidoptérique (24%) est composé d'espèces strictement inféodées au milieu montagnard en moyenne sur l'ensemble des sites. Le site de Pombie reste celui qui présente le taux le plus élevé avec 40% d'espèces montagnardes.

L'évolution du cortège montagnard entre 2019 et 2020 est peu marquée en dehors du site de Bizkarzé qui présente une baisse de 27%. Cette baisse importante peut s'expliquer par le nombre réduit d'espèces observées en 2020 sur ce site (Tab. XXXII). Enfin, le nombre d'espèces montagnardes observées sur transects varie de 1 espèce sur Bizkarzé à 7 espèces sur Arrious (Fig. 137).

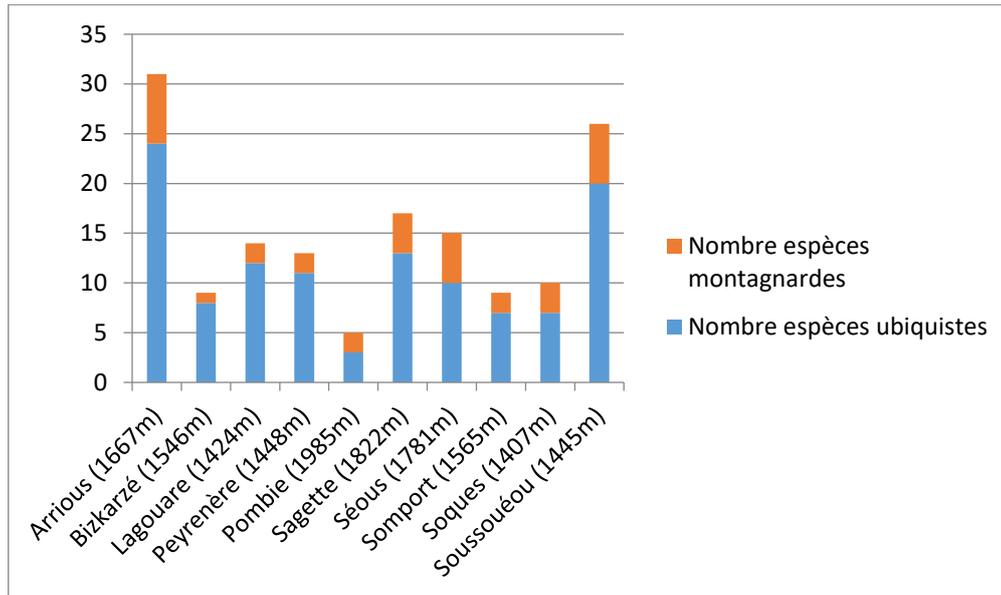


Fig. 137. Cortège lépidoptérique observé par site en 2020.

#### 4.3.4 Indice d'abondance de *P. apollo*

Cet indice est calculé en réalisant la moyenne des 3 relevés réalisés durant la période de vol de *P. Apollo*. L'indice d'abondance a été calculé à partir des trois premiers relevés (du 22/06 au 15/08/2020) pour 9 des 10 sites et du deuxième au quatrième pour le site de Sagette afin de respecter le décalage de phénologie de l'espèce en 2020 sur ce site (Tab. XXXIII). Rappelons que ces résultats proviennent exclusivement de l'échantillonnage par point fixe.

Tab. XXXIII. Bilan des observations 2020 de *P. apollo* (en orange, date des relevés pris en compte pour le calcul de l'IA).

Site	Nom	1 <sup>er</sup> relevé	2 <sup>ème</sup> relevé	3 <sup>ème</sup> relevé	4 <sup>ème</sup> relevé	5 <sup>ème</sup> relevé
Arrious	ARR1	1	0	1	0	0
	ARR2	0	4	1	0	0
Bizkarzé	BIZ1	0	1	0	0	0
	BIZ2	0	1	0	0	0
Lagouare	LAG4	1	1	1	0	0
	LAG5	0	0	0	0	0
Peyrenère	PEY1		0	0	0	0
	PEY2		0	0	0	0
Pombie	POM3	0	0	0	0	0
	POM5	0	2	2	0	0
Sagette	SAG4	0	1	2	1	0
	SAG5	0	5	3	1	0
Séous	SE01	0	0	3	0	0
	SE03	0	0	0	0	0
Soques	SOQ1	0	0	0	0	0
	SOQ5	0	1	2	0	0
Somport	SOM1	1	0	0	0	0
	SOM2	2	0	0	0	0
Soussouéou	SOU1	0	0	2	0	0
	SOU3	0	1	0	0	0

L'indice d'abondance varie de 0 à 4,3 individus par site (1,4 individus en moyenne contre 1,8 en 2019). Les populations les plus abondantes se situent sur les sites de Sagette et d'Arrious. Les sites de Lagouare et Pombie sur lesquels les effectifs observés étaient très faibles en 2018 et 2019 ont vu leur IA augmenté significativement en 2020. A contrario le site de Soussouéou voit son IA chuter de façon spectaculaire. Aucune modification majeure de l'habitat n'a été notée mais les conditions météorologiques du second relevé n'étaient pas optimales (21°C, vent faible et couverture nuageuse de 60 %) et pourraient expliquer en partie cette baisse. Enfin, et comme dit précédemment, l'espèce reste absente du site de Peyrenère (Tab. XXXIV).

Tab. XXXIV. Indice d'abondance de *P. apollo* par site et évolution entre 2017 et 2020.

Site	Indice d'abondance (IA)				Evolution IA	Evolution IA	Evolution IA
	2017	2018	2019	2020	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Arrious	1,80	3,70	3,70	<b>2,33</b>	+1,90	0,00	-1,37
Bizkarzé	/	0,30	0,00	<b>0,67</b>	/	-0,30	+0,67
Lagouare	0,20	0,00	0,30	<b>1,00</b>	-0,20	+0,30	+0,70
Peyrenère	/	0,00	0,00	<b>0,00</b>	/	0,00	0,00
Pombie	2,50	0,70	0,00	<b>1,33</b>	-1,80	-0,70	+1,33
Sagette	3,70	3,00	3,00	<b>4,3</b>	-0,70	0,00	+1,30
Séous	4,30	3,00	3,00	<b>1,00</b>	-1,30	0,00	-2,00
Soques	0,50	0,30	1,70	<b>1,00</b>	-0,20	+1,40	-0,70
Somport	/	0,70	0,30	<b>1,00</b>	/	-0,40	+0,70
Soussouéou	3,50	2,70	5,70	<b>1,00</b>	-0,80	+3,00	-4,70

Pour la deuxième année consécutive, *P. apollo* est sortie plus précocement que l'année précédente. Le printemps doux et ensoleillé peut expliquer cette précocité. Les pics de vol avaient été observés mi-juillet et début août en 2019. En 2020, ces pics de vol ont été observés fin juin et mi-juillet sur la majorité des sites (Tab. XXXV).

Tab. XXXV. Cumul du nombre d'individus de *P. apollo* observé par session en 2020 (transects+points d'observation)

Site	Session 1	Session 2	Session 3	Session 4	Session 5
Arrious	1	8 (18/07/20)	4	1	0
Bizkarzé	0	2 (20/07/20)	0	0	0
Lagouare	1	3 (19/07/20)	1	0	0
Peyrenère	0	0	0	0	0
Pombie	0	3 (18/07/20)	2	0	0
Sagette	0	10 (21/07/20)	8	2	0
Séous	0	0	4 (07/08/20)	0	0
Soques	0	2 (18/07/20)	2	0	0
Somport	3 (22/06/20)	0	0	0	0
Soussouéou	0	1	3 (07/08/20)	0	0

En orange : pic de vol observé

En jaune : période de vol observée

Les premières observations de *P. apollo* ont eu lieu le 22 juin sur le site du Somport et les dernières le 25 août sur le site de Sagette, soit environ 9 semaines de vol.

## 4.4 Discussion

### 4.4.1 Évaluation du protocole de suivi des lépidoptères

- *Points d'échantillonnage*

Validé définitivement en 2018, ce protocole ciblé sur *P. apollo* a été réalisé dans son intégralité pour la seconde fois cette année. Il apporte des résultats satisfaisants pour la détection de l'espèce et nettement supérieurs à ceux des transects ciblés pour le cortège des lépidoptères.

- *Validation et état de référence des sites de suivis*

En dehors de Peyrenère, sur lequel *P. apollo* semble absent malgré l'observation d'un individu en 2016 (D. Genoud com pers), les sites sélectionnés présentent les caractéristiques favorables recherchées en début de programme : présence d'une population de *P. apollo*, exposition et altitude variées, habitat relativement homogène...

- *Validation de la méthode d'échantillonnage*

Bien que cette année ait été contacté principalement grâce aux points d'observation, la complémentarité des deux méthodes de relevé (transects et points d'observation) pour le suivi de *P. apollo* est réelle au vu des résultats obtenus les années précédentes.

Pour le suivi du cortège lépidoptérique par transect la difficulté de détermination de certains individus, déjà signalée en 2019 demeure avec une moyenne de 16% d'individus indéterminés pour l'ensemble des sites et des relevés en 2019 et de 15% en 2020. Ce taux atteint même les 28%, 27% et 26% sur les sites d'Arrious (T2), Bizkarzé et Soques (Tab. XXXVI). La cause principale de ces indéterminations reste la topographie qui rend la capture systématique des individus impossible. Le vent, omniprésent en montagne, et l'abondance des individus sur certains sites font également partie des causes d'échecs de capture. Pour minimiser la perte de donnée des groupes d'espèces avaient été créées en 2018 afin d'affiner au mieux la détermination. Après 2 années d'utilisation, il apparaît possible d'améliorer cette liste en proposant des groupes d'espèces plus restreints et adaptés au contexte montagnard. Une proposition sera faite au conseil scientifique du programme en ce sens fin 2020.

Tab. XXXVI. Taux d'identification par transects.

	Arrious		Bizkarzé	Lagouare		Peyrenère	Pombie	Sagette	Séous	Somport	Soques	Soussouéou	Moy.
	T1	T2	T1	T1	T2	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	
Taux d'individus indéterminés 2019	17%	19%	13%	17%	3%	17%	29%	15%	26%	8%	12%	18%	16%
Taux d'individus indéterminés 2020	17%	28%	27%	18%	4%	0%	17%	11%	12%	15%	26%	8%	15%

#### 4.4.2 Complément et ajustement de la méthode de suivi

- *Fiche de relevé*

La proposition faite en 2019 d'adapter les fiches de relevés en fonction des dates de prospections n'a finalement pas été retenue en 2020. Pour rappel il avait été proposé d'établir des fiches « saisonnières ». Or, en dehors de quelques espèces très précoces ou très tardives, peu d'espèces sont soumises à une saisonnalité marquée. De plus les décalages de phénologie observés depuis le début de l'étude ne rendent pas cette adaptation pertinente. Pour ces raisons ce projet de fiches saisonnières a été abandonné.

- *Fréquence des relevés*

Passée à 5 relevés par an depuis 2019, la fréquence des relevés s'avère satisfaisante puisqu'une fois encore elle a permis de couvrir intégralement la période de vol de *P. apollo*.

Les conditions météorologiques très instables du début d'été (peu de jours de beau temps consécutifs) n'ont pas permis de réaliser certains relevés à la période idéalement souhaitée (Tab. XXIX). Ainsi le premier relevé a été réalisé la quatrième semaine de juin au lieu de la troisième et *P. apollo* volait déjà sur 3 sites.

#### 4.4.3 Résultats exploratoires des suivis

- *Évolution du cortège lépidoptérique*

A l'instar des années précédentes, de fortes fluctuations ont été notées sur la majeure partie des sites tant d'un point de vue de la richesse spécifique que du taux d'espèces montagnardes avec une tendance globale à la baisse par rapport à l'année précédente.

En dehors des sites de Soussouéou, et dans une moindre mesure du site de Séous, où une augmentation significative du nombre d'espèces observées a été enregistrée, cette baisse quasi-générale de la diversité spécifique pourrait être liée aux conditions météorologiques particulières de l'été 2020 avec une succession d'épisodes caniculaires et d'épisodes frais et pluvieux en juin/juillet et une sécheresse remarquable à partir du mois d'août. L'augmentation importante (+9) de la richesse spécifique sur le site de Soussouéou apparaît donc comme une « anomalie » difficilement explicable.

Après une chute en 2019 la richesse spécifique, bien que toujours faible avec seulement 5 espèces, s'est stabilisée sur le site de Pombie. Ce site possède toujours le taux d'espèces montagnardes le plus élevé. La baisse la plus importante (-27%) est constatée sur le site de Bizkarzé mais elle fait suite à une hausse importante (+ 18%) entre 2018 et 2019. Le taux très faible d'espèces montagnardes observées en 2020 sur ce site (11%) le place au dernier rang alors qu'il figurait à la deuxième place en 2019. Le nombre très faible d'*Erebia* contactés en 2020 sur ce site sont à l'origine de cette baisse.

- *État et évolution des populations de P. apollo*

À l'image de 2019, le suivi de *P. apollo* a donné des résultats très variables en fonction des sites. Si les effectifs sont en forte baisse sur les sites de Séous et du Soussouéou, alors que ce dernier avait connu un pic d'effectif en 2019, ils sont en hausse sur les sites de Pombie et Lagouare, deux sites où la situation de *P. apollo* était signalée comme préoccupante en 2019.

Sur ces deux sites des prospections complémentaires ont été réalisées en 2020 afin de rechercher d'autres populations de *P. apollo* potentiellement connectées à celles étudiées et d'évaluer le fonctionnement en métapopulation de l'espèce qui pourraient expliquer les fluctuations d'effectifs observées.

Pour le site de Lagouare, une donnée de *P. apollo* fournie par le PNP (C. Plisson com pers) signalée l'espèce au col d'Ariste en 2015. Une prospection a donc été menée le 19 juillet 2020, correspondant au pic de vol de *P. apollo*. Deux imagos ont été observés simultanément durant l'heure de prospection confirmant ainsi la présence de l'espèce et probablement d'une population, le site présentant des caractéristiques favorables avec la présence de pelouses thermophiles et dalles rocheuses à *Sedum*.

Le site du col d'Ariste semble toutefois déconnecté du site de Lagouare puisqu'il se situe à 3 kilomètres de ce dernier à vol d'oiseau et qu'il en est séparé par une hêtraie sapinière conséquente (Fig. 138–Fig. 139). Lors de cette prospection d'autres sites plus proches et potentiellement favorables ont été identifiés et feront l'objet de prospections ciblées en 2021.

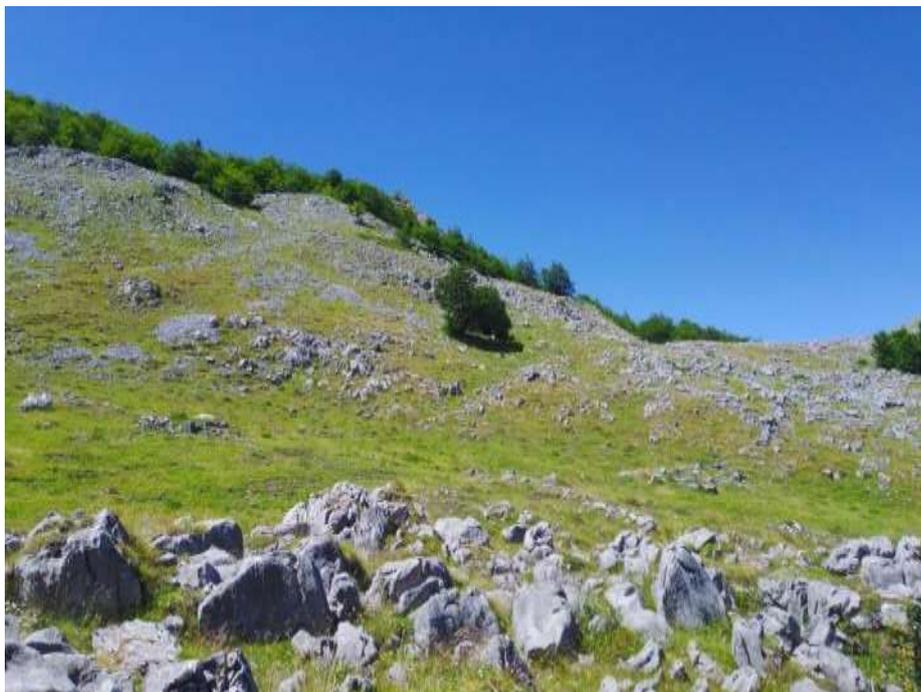


Fig. 138. Aperçu du site du col d'Ariste

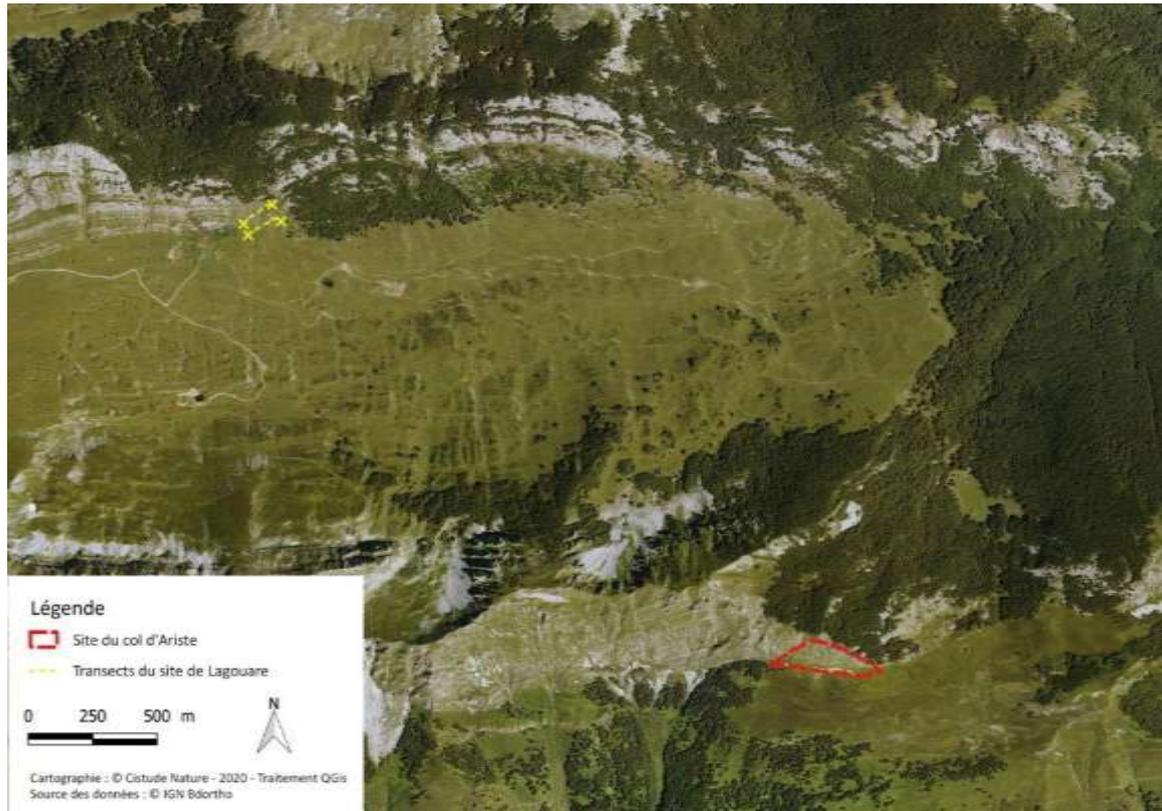


Fig. 139. Localisation des sites de Lagouare et du col d'Ariste

Les prospections effectuées à proximité immédiate du transect sur le site de Pombie le 6 août 2020 ont permis d'identifier un secteur très favorable à *P. apollo* constitué d'une dalle rocheuse où *Sedum et Sempervivum* abondent (Fig. 140). Deux imagos ont été observés simultanément sur ce secteur qui héberge probablement la majeure partie de la population. Le site de Pombie serait donc situé en marge du site « principal » (Fig. 141) et l'espèce ne serait observable que lors des années où les effectifs de la population sont importants.

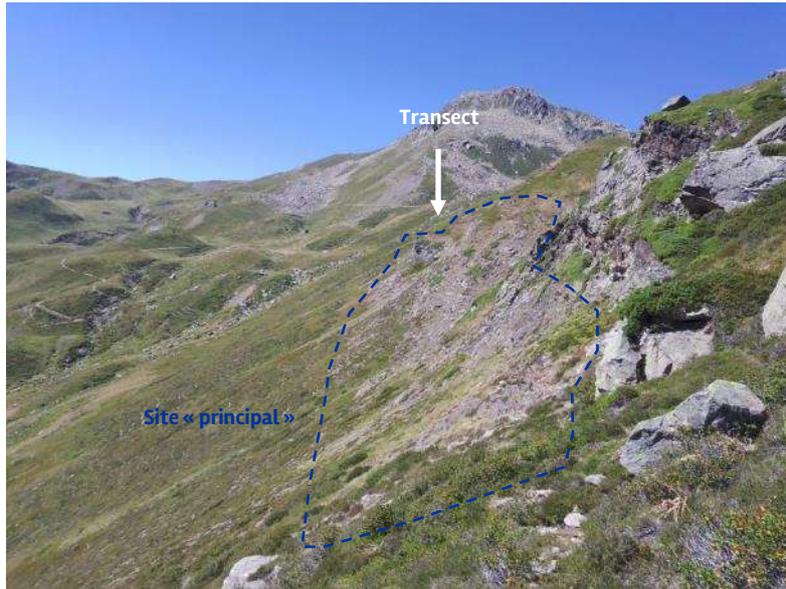


Fig. 140. Aperçu du site de Pombie

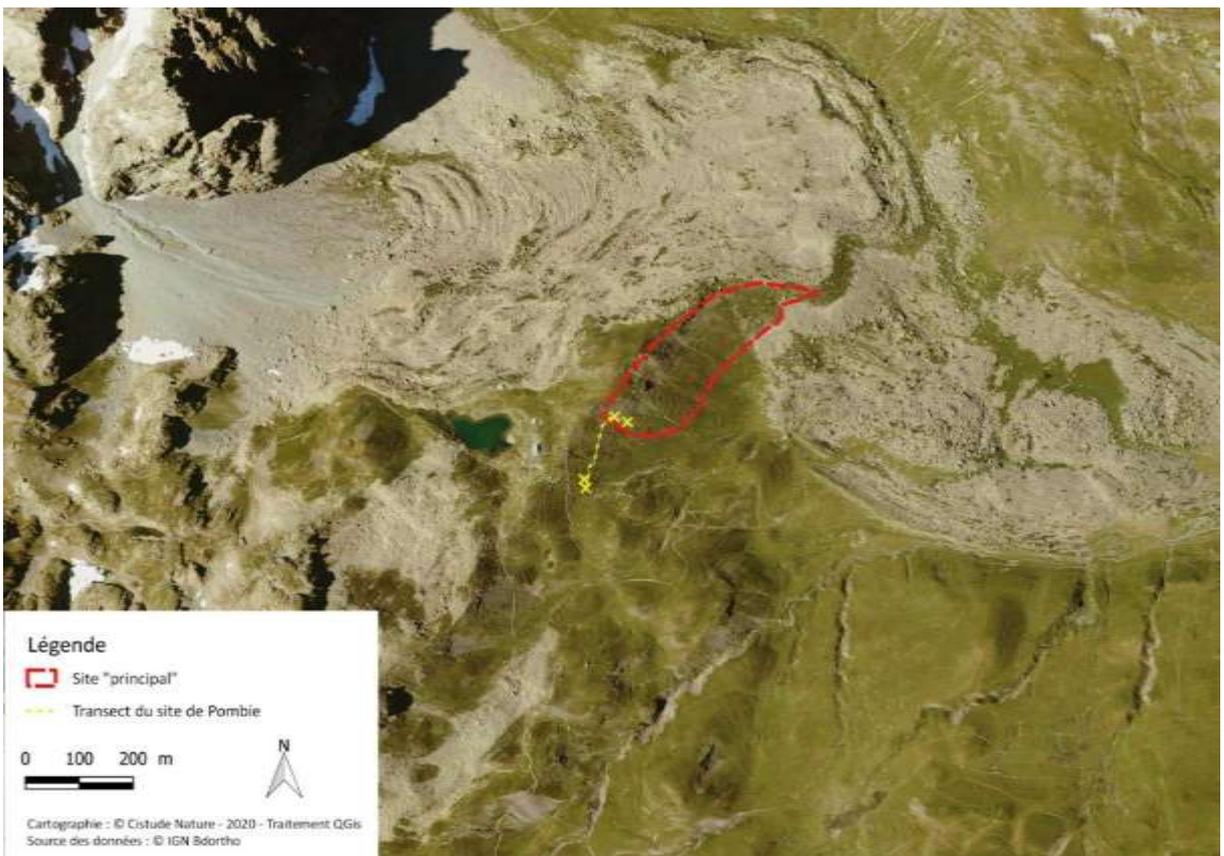


Fig. 141. Localisation du secteur prospecté favorable à *P. apollo* (site « principal »)

Enfin, 2020 aura été marquée par l'observation de *P. apollo* à des altitudes relativement basses pour l'espèce avec notamment l'observation d'un imago au niveau du lac de Fabrège à environ 1250 m d'altitude.

- ***Habitats naturels des sites d'étude***

Sur l'ensemble des sites, aucun changement majeur n'a été observé en 2020. Cependant l'année aura été marquée par des conditions météorologiques particulières. Outre les épisodes caniculaires, devenus classiques depuis quelques années maintenant, c'est une sécheresse inhabituelle qui a sévi très tôt en haute altitude. Début août, on observait déjà une végétation jaunie et sèche sur les sites au-dessus de 1500 mètres. Sur les hautes estives, les bergers sont redescendus une semaine à quinze jours plus tôt que d'ordinaire faute d'eau et de nourriture suffisante. Sur la commune de Louvie-Soubiron, un berger croisé sur la route fin août expliquait qu'une partie de son troupeau assoiffé avait quitté seul l'estive située à 1800m pour rejoindre la vallée. Le gardien du refuge de Pombie a quant à lui constaté un niveau anormalement bas du lac de Pombie fin août.

#### 4.4.4 Perspectives de suivis

Aucun changement majeur du protocole n'est envisagé pour 2021.

Des prospections complémentaires devront être menées sur le site de Lagouare afin de vérifier la présence d'une population de *P. apollo* à proximité de celle suivie, à l'instar de ce qui a été réalisé en 2020.

#### 4.5 Conclusion

L'été 2020 aura été marqué par une sécheresse prononcée en haute altitude dans les vallées béarnaises qui a probablement influencé les résultats des suivis à partir de début août.

Peu de nouvelles espèces ont été notées sur l'ensemble des sites ce qui tend à démontrer l'atteinte d'un niveau d'inventaire proche de l'exhaustivité.

*P. apollo* est sorti très tôt en 2020 avec une grande majorité de pics de vols observés mi-juillet. Les tendances sur l'état des populations signalées en 2019 restent valables en dehors des chutes d'effectifs pour les sites de Lagouare et Pombie à savoir :

- la présence de populations importantes et stables sur 4 sites : Arrious, Sagette, Séous et Soussouéou même si pour ces deux derniers l'année 2020 n'a pas été très favorable,
- la présence de petites populations fluctuantes sur 3 sites : Bizkarzé, Soques et Somport auxquels nous pouvons ajoutés Lagouare et Pombie au vu des résultats obtenus en 2020
- et l'absence de l'espèce sur le site de Peyrenère.

Dernière année de suivi de ce programme, 2021 sera l'occasion de dresser un bilan complet du suivi et d'apporter des éléments de réponses quant aux impacts du changement climatiques sur les populations de *P. apollo* et sur le cortège lépidoptérique qui lui est associé.