



ELZÉAR HAMARD MULOT UNIVERSITÉ DE CAEN - NORMANDIE

Caractérisation des habitats favorables à *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) dans le sud-ouest de la France

2022-2023

UFR des sciences



MASTER ECOCAEN 2ÈME ANNÉE

MENTION AETPF AGROSCIENCES, ENVIRONNEMENT, TERRITOIRES, PAYSAGE, FORÊT









Caractérisation des habitats favorable à *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) dans le sud-ouest de la France

Rédaction

Elzéar Hamard Mulot ¹

Encadrement

Pierre-Yves Gourvil²

Relecture

Pierre-Yves Gourvil ², Florèn Hugon ³

Accompagnement

Kevin Le Falher ⁴, Yann Chapelain ⁵

- Stagiaire en master 2 en écologie Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Aquitaine. elzear.mulot@orange.fr
- Chargé de projets régionaux PNA en faveur des papillons de jour Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Aquitaine. py.gourvil@cen-na.org
- Docteure en Physiologie et Biologie des Organismes, Entrepreneure Individuelle en Conservation de la Biodiversité BioDivAct. <u>floren.hugon@biodivact.fr</u>
- Chargé d'étude PNA en faveur des papillons de jour Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Aquitaine. k.lefalher@cen-na.org
- Chargé de mission Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Aquitaine. <u>y.chape-lain@cen-na.org</u>

Photos page de couverture : *Lopinga achine* (Elzéar Hamard Mulot)

Référencement proposé:

Hamard Mulot E., Gourvil PY., Hugon F., 2023 – Caractérisation des habitats favorables à Lopinga achine (Scopoli, 1763) dans le sud-ouest de la France. Plan National d'Action en faveur des papillons de jour 2018-2028 - Conservatoire d'espaces naturels Nouvelle-Aquitaine : 52 p.

La déclinaison Nouvelle-Aquitaine du PNA en faveur des papillons de jour est financée par :





Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers Pierre-Yves Gourvil. C'est grâce à toi que j'ai eu l'opportunité de réaliser ce stage enrichissant, de découvrir les charmes du sudouest ainsi que les espèces qui y évoluent. Tu m'as permis de plonger dans l'univers captivant de la Bacchante et de participer activement aux recherches la concernant. Je te suis particulièrement reconnaissant pour ta patience, ta disponibilité, et ton partage généreux d'expériences. Les connaissances et l'expérience que j'ai accumulées grâce à ce stage sont inestimables.

Un merci tout aussi profond à Kevin Le Falher. Pour les moments que nous avons passés ensemble. Les échanges passionnants sur divers sujets, les accueils chaleureux dans ta demeure, ainsi que les visites surprises dans mon bureau. Ta présence et ton partage ont apporté une dimension spéciale à ce stage.

Mes remerciements s'adressent également à Florèn Hugon, dont les conseils précieux en matière de statistiques ont été d'une grande aide. Tes relectures attentives et tes corrections ont considérablement amélioré la qualité de mon travail.

Je souhaite également remercier Yann Chapelain, malgré la distance, les moments passés sur le site d'étude, ta compagnie et nos échanges animés ont rendu cette expérience encore plus enrichissante.

À Karl-Olof Bergman, je suis reconnaissant pour vos conseils sur le comportement et l'écologie de la Bacchante. Votre expertise a éclairé la compréhension du comportement de l'espèce.

Sabine Hamard, je tiens à te remercier pour avoir consacré ton temps aux relectures approfondies du mémoire. Ton engagement envers la qualité de mon travail est très apprécié.

Enfin, un grand merci s'adresse à toutes les personnes présentes dans les locaux de l'antenne Béarn du CEN Nouvelle-Aquitaine. Votre accueil chaleureux et l'atmosphère positive que vous avez créé ont contribué à rendre cette période encore plus agréable. Les moments de rire partagés ont ajouté une touche de légèreté à cette expérience.

En somme, cette période de stage a été marquée par l'apprentissage, l'échange et le rire. Chacun d'entre vous a joué un rôle précieux, et je vous en suis profondément reconnaissant.

Liste des abréviations

ACP: Analyse en Composantes Principales

CEN: Conservatoire d'Espaces Naturels

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EUNIS: European Nature Information System

GPS: Système de Positionnement par Satellite / Global Positioning System

HA: Hectare

INPN: Inventaire national du patrimoine naturel

NT: Quasi menacée

PNA: Plan National d'Action

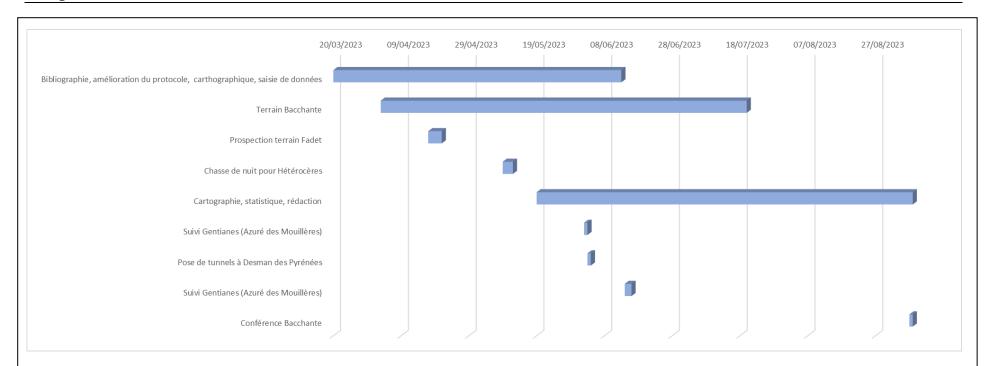
SIG: Système d'information géographique

VU : Vulnérable

SOMMAIRE

		emerciements	
		ste des abréviationsagramme de Ganttagramme de Gantt	
		ésentation du Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) Nouvelle-Aquitaine	
		ésentation du stage	
1.	Intro	oduction	4
	1.1.	Déclin général des insectes	4
	1.2.	Déclin des rhopalocères	5
	1.3.	Intérêts des lisières forestières pour les rhopalocères	7
	1.4.	Un Plan National d'Actions en faveur des papillons de jour	8
	1.5.	Objectif du stage	9
2.	Mat	ériels et Méthodes	11
	2.1.	Etat de connaissances et écologie de Lopinga achine	11
	2.2.	Ecologie	13
	2.3.	Sites d'étude	15
	•	Protocole de caractérisation des habitats favorables	19
	2.5. Carto	Traitement et analyse des données :	22 22
3.	Rési	ultats	24
	3.1.	Habitats de <i>Lopinga achine</i> sur l'ensemble des quadrats	24
	3.2.	Comparaison entre les sites d'étude	30
	3.3.	Caractérisation des sites	34
	3.4. Pyréné	Evolution des aires de répartition de <i>Lopinga achine</i> dans le sud des Landes et les es-Atlantiques.	36
4.	Disc	ussion	37
	4.1.	Préférences d'habitats en Nouvelle-Aquitaine	37
	4.2.	Plantes mellifères observées	
	4.3.	Menaces	40
	4.4.	Préconisation de gestion pour la conservation des sites favorables	43
	4.5.	Adaptation locale et plasticité phénotypique	
	4.6.	Limites méthodologiques	
5.	Con	clusion	45
6.		iographie	47
7. 7.		umé	

Diagramme de Gantt



Ce diagramme de Gantt couvre une variété d'étapes réalisé lors du stage, de la bibliographie au terrain, illustrant les différentes phases du projet. En somme, ce diagramme offre une vue résumée et organisée du projet, montrant le déroulement chronologique, les durées et les étapes clés.

Axe 1	Contribuer à l'acquisition de connaissances sur le patrimoine naturel régional : connaître les milieux naturels et les espèces est une nécessité pour mieux les préserver. Dans cet objectif, le CEN Nouvelle-Aquitaine réalise différents types d'études et inventaires scientifiques.
Axe 2	Préserver durablement le patrimoine naturel : sur la base de ces études, des démarches de préservation par la maîtrise d'usage ou foncière des sites sont ainsi menées. Cette alternative aux protections réglementaires est plus souple et les négociations se font avec les propriétaires et les acteurs locaux dans le cadre d'une démarche consensuelle et partenariale. Elle se traduit par la signature de conventions pluriannuelles de gestion, de baux emphytéotiques, voire par l'acquisition foncière des sites prioritaires.
Axe 3	Transmettre et partager ses convictions, ses connaissances et ses savoir-faire : il es primordial de pouvoir démultiplier les modes d'action en faveur des milieux naturels afin de protéger une plus large surface d'espaces remarquables en Nouvelle-Aquitaine.

Présentation du Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) Nouvelle-Aquitaine

Les CEN sont des structures associatives à but non lucratif loi 1901, d'importance sur le territoire national. 23 conservatoires sont implantés en métropole et outre-mer, avec des missions telles que la compréhension, la protection, la gestion, la valorisation et l'accompagnement des acteurs et des écosystèmes, pour augmenter le niveau de connaissances et la préservation des milieux.

Le premier CEN de la région a été fondé dans le Limousin en 1992. Par la suite, les CEN de Poitou-Charentes et d'Aquitaine ont également été établis. En 2019, une fusion réunit ces trois entités pour former le CEN Nouvelle-Aquitaine. Aujourd'hui, le CEN Nouvelle-Aquitaine est réparti en 17 antennes et emploie environ 130 salariés.

Grâce aux fonctionnements de maîtrise foncière, de convention ou de location, le CEN Nouvelle-Aquitaine assure la gestion de 625 sites pour une superficie totale de 20 000 hectares (ha) dont 6 000 ha en propriété,1 324 en bail et 12 341 ha en convention, ainsi que 40 000 ha de terrain en assistance technique (camps militaires, carrières...).

L'action du CEN Nouvelle-Aquitaine s'organise autour de trois axes de développement (Tab. 1).

Présentation du stage

Les 6 mois de stage réalisés au CEN Nouvelle-Aquitaine ont pour but d'améliorer les connaissances concernant la Bacchante (*Lopinga achine*), un rhopalocère rare faisant partie des espèces ciblées par le Plan National d'Action en faveur des papillons de jour. La précision de son écologie et de sa répartition passe par une caractérisation fine des habitats qu'elle fréquente. Cette connaissance permettra de mieux cibler la recherche de sites présentant des caractéristiques identiques à ceux où des populations sont déjà connues et établies. *Lopinga achine* est encore peu connue à l'échelle nationale et locale, son habitat semble différer selon les régions et les pays où sa présence est avérée. Il n'y a donc pas de base solide concernant les habitats français, sur lesquelles s'appuyer pour diriger la présente étude. La majorité des études ont été réalisées en Suède.

Pour préciser son écologie, deux sites abritant chacun une population sont utilisés : un camp militaire situé sur la commune de Cagnotte (Landes), où l'espèce fut découverte en 2021, et un site en vallée d'Aspe (Pyrénées-Atlantiques) sur les communes de Sarrance et d'Issor, où l'espèce est connue depuis plusieurs années (1976).

1. Introduction

1.1. Déclin général des insectes

Depuis plusieurs dizaines d'années, la disparition et la régression des vertébrés terrestres et aquatiques tels que les mammifères ou les oiseaux, est largement documentée et bien établi. En revanche, malgré une augmentation du nombre d'études sur ce sujet ces dernières années, la connaissance concernant la disparition et la régression des espèces et des aires de répartition des invertébrés est plus lacunaire et encore mal connue pour certains groupes.

Quel que soit le taxon, le déclin important de la biodiversité est majoritairement relié aux activités anthropiques, principalement en raison de la perte directe des habitats lié à l'expansion des surfaces urbanisées, à l'intensification de l'agriculture, mais également au prélèvement incontrôlé des espèces sauvages (Ceballos et al. 2017 ; Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019). Certaines études mettent en évidence un déclin important des populations d'insectes. Par exemple, des chercheurs allemands ont montré qu'en 27 ans, la biomasse d'insectes volants a diminué de 76 %, et ce, sur des espaces protégés où la perturbation humaine n'est pas directement détectable (Hallmann et al. 2017; Barendregt et al. 2022). Cette étude indique aussi que sur les 27 années de suivis, la biomasse d'insectes volants diminue de manière constante de décennie en décennie. Une autre étude a dévoilé des résultats similaires dans les forêts tropicales de Porto Rico avec des diminutions de biomasse de 98 % pour les arthropodes se nourrissant au sol, et 78 % pour ceux se nourrissant dans la canopée (Lister & Garcia 2018). Parallèlement au déclin des arthropodes, les espèces qui s'en sourissent (reptiles, amphibiens, oiseaux) voient également leurs populations décliner, due au manque de ressources alimentaires (Lister & Garcia 2018). La chute de cette biomasse en zone n'ayant pas reçu d'impact direct par l'Homme, montre que les changements globaux, intensifiés par l'Homme, sont déterminants dans l'effondrement croissant de la biodiversité (Lister & Garcia 2018).

Il est difficile d'évaluer l'état des populations d'insectes à l'échelle planétaire, car les connaissances sont limitées, et les difficultés de détection et de détermination des espèces ne facilitent pas la recherche les concernant. Un article paru en 2019, compilant 75 études, a tenté de tirer des conclusions sur l'évolution des insectes à grande échelle, en se concentrant sur trois grands groupes : les lépidoptères, les hyménoptères et les coléoptères.

Cette revue estime que 41 % des insectes sont en déclin, et que ce déclin est deux fois plus important que celui des vertébrés, correspondant à une perte annuelle de 2,5 % de la biomasse mondiale (Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019). N'étant pas réalisées et réparties uniformément

à travers le monde, ces chiffres sont à prendre avec du recul lorsque l'on étudie les insectes à une échelle locale. Cependant, cette étude permet d'obtenir une image générale de l'état de conservation des populations d'insectes.

1.2. Déclin des rhopalocères

En France et plus généralement dans une majorité de pays, les lépidoptères et notamment les papillons de jour ou rhopalocères sont parmi les insectes les mieux connus, en raison de leur facilité de détection et de l'attrait visuel de certaines espèces. Comme tous les autres taxons, leurs populations déclinent, et ce, dans tous les milieux. Les causes de cette régression sont identiques à celles de la baisse de biodiversité générale. Dans les années 70-80, les populations ont commencé à chuter drastiquement, en suivant l'évolution de l'intensification des pratiques agricoles et de l'urbanisation, qui à l'heure actuelle, croissent toujours de manière exponentielle (UICN *et al.* 2014). Une baisse importante des effectifs est observée sur un nombre important d'espèces en seulement quelques années, passant pour certaines, de communes à rares (comme l'Hermite, *Chazara briseis*, -30 % en 10 ans) (UICN *et al.* 2014). En France, les études menées depuis les années 1990, montrent que près de 40 % des espèces inféodées au milieux prairiaux s'effondrent, et que 14 % des espèces présentes sur le territoire sont menacées ou quasi-menacées d'extinction (Houard & Jaulin 2018).

La vulnérabilité des papillons aux changements d'habitats est très élevée du fait de leurs liens étroits avec les végétaux. Ce lien intègre les structures paysagères, qui jouent un rôle important dans la disponibilité des ressources nectarifères, les zones riches en fleurs, telles que les prairies ou les lisères forestières font partie intégrante des zones d'alimentation et de déplacement des papillons. De plus, les papillons sont dépendant de plantes-hôtes pour pondre et assurer la survie des chenilles, qui peuvent dans certains cas être réduites à une espèce, ou parfois à un groupe d'espèces animales (Exemple de l'Azuré du Serpolet *Phengaris arion*, en Nouvelle-Aquitaine, dépendant de l'Origan très majoritairement en plaine et d'une fourmi du genre *Myrmica*). Ces dépendances étroites font que les papillons sont extrêmement sensibles aux perturbations dans leur habitat, telles que les changements d'utilisation des terres, en termes d'utilisation agricole, ou la modification de la gestion, la fragmentation des habitats, les pratiques agricoles intensives, le déclin des ressources nectarifères et des plantes-hôtes.

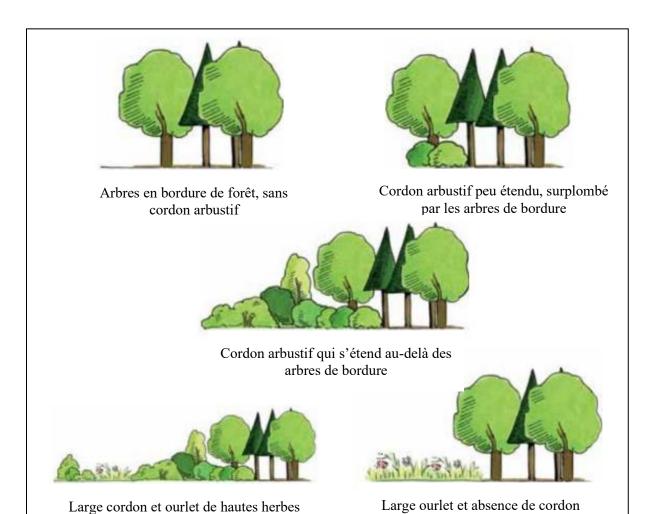


Figure 1 : Variation du cordon arbustif et de l'ourlet herbacé selon le type de lisière. Auteur : Françoise Laruelle (Fichefet *et al.* 2011).

La conservation de ces habitats et la préservation des ressources végétales sont donc essentielles pour assurer la survie des lépidoptères. (UICN *et al.* 2014).

Les changements globaux et particulièrement le réchauffement climatique, ont aussi un impact sur les populations de lépidoptères. L'augmentation des températures et l'intensification des événements climatiques extrêmes entraînent des modifications d'aires de répartition de certaines espèces (contraction, extension, déplacement) et perturbent leur phénologie. Les espèces déjà menacées et impactées par les activités humaines sont particulièrement exposées à un risquent de disparition.

La grande sensibilité des papillons de jour par rapport à leur environnement et la connaissance fine de leur écologie, fait d'eux, de très bons bio-indicateurs. Leur suivi permet de se rendre compte de l'état de conservation des milieux dans lesquels ils évoluent. Les papillons ont également de nombreux rôles dans un écosystème, fournissant une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces prédatrices ou parasites, ou jouant un rôle dans la pollinisation.

1.3. Intérêts des lisières forestières pour les rhopalocères

Les boisements sont généralement perçus comme des milieux fermés ou la lumière n'atteint que rarement le sol. Bien avant que les massifs forestiers soient exploités, les espaces ouverts et l'hétérogénéités des habitats dans les boisements était vraisemblablement bien plus importante qu'aujourd'hui (Fichefet *et al.* 2011). Dans les massifs forestiers européens, l'Homme, en exploitant les forêts, a créé une dynamique différente non liée à des perturbations naturelles (telles que le feu, les chutes d'arbres ou encore les épidémies). Cette dynamique recréée néanmoins des milieux de lisières, de clairières et des éclaircies, indispensables pour bon nombres d'espèces forestières, qui, à un moment de leurs cycles biologique, ont besoin de ces espaces ouvert (Bergès *et al.* 2010). Cependant, la multiplication de ces espaces ouverts entraîne également une fragmentation importante des surfaces boisées avec un isolement de plus en plus important, contraignant pour les espèces les plus forestières (Bergès *et al.* 2010).

La lisère forestière, qu'elles soit en bord de boisements ou de clairières à l'intérieur même d'un boisement, implique une modification climatique et microclimatique sur plusieurs dizaines de mètres (lumière, humidité, température) (Fichefet *et al.* 2011). La variabilité de la zone de transition plus ou moins abrupte (Fig. 1) joue un rôle important dans ces différentes caractéristiques climatiques. La dynamique des lisières est naturellement mobile, et représente un stade jeune des espaces forestiers, qui en libre évolution, va tendre à un reboisement (Fichefet *et al.* 2011).

Aujourd'hui, dans la majorité des cas, la délimitation entre parcelles agricoles ou d'autres types d'occupations des sols est très nette et ne permet pas d'obtenir une lisière et un écotone de qualité favorable à la diversité. De plus en plus dans le sud de la France, pour limiter les risques d'incendies sur les zones sensible, un entretient strict est appliqué aux lisières. En effet, une coupe rase des bordures de boisement est réalisée pour éviter et mieux gérer les départs de feu. Cet entretien dégrade les services écologiques des lisières en réduisant la diversité floristique et donc le potentiel alimentaire de celles-ci, ainsi que leur rôle de corridor.

Qu'elles soient naturelles, semi-naturelles ou artificielles, les lisières jouent un rôle primordial pour les rhopalocères, des études montrent que la richesse spécifique des lisières est supérieure à celle des prairies (Ouin *et al.* 2011). Ces habitats de transition entre milieu ouvert et boisement accueillent autant des espèces de milieux ouverts qui y trouve ombrage et ressource nectarifères que d'espèces forestières qui y trouvent des zones d'insolation, de reproduction ou d'alimentation. Les lisières ne sont pas seulement favorables aux rhopalocères, mais aussi à un grand nombre d'espèces animales et végétales, intervenant pour tout ou partie dans leurs cycles biologiques (alimentation, reproduction, déplacement, repos).

L'espèce étudiée dans ce mémoire, *Lopinga achine*, semble très dépendante de cet habitat de lisière, qui lui permet de se déplacer, de s'alimenter voir de se reproduire. Egalement, elle semble inféodée à un type d'habitat forestier particulier possédant une strate arborée à sousbois herbacé importante. A l'échelle nationale, une étude a montré que son aire de répartition a chuté de 48 % en 20 ans, équivalent à la disparition de l'espèce dans 34 départements (Gourvil *et al.* 2021).

1.4. Un Plan National d'Actions en faveur des papillons de jour

Au vu de la dégradation des populations de papillons de jour, le Ministère en charge des questions de biodiversité a décidé de mettre en place un Plan National d'Actions (PNA). Cet outil vise la conservation des habitats favorables aux espèces menacées ou ayant un intérêt particulier et le rétablissement de ceux dégradés. La mise en œuvre d'un PNA implique une amélioration de la connaissance, l'identification la protection ou la restauration des habitats en fonction des besoins écologique des espèces, la sensibilisation des acteurs locaux et du grand public, ainsi que le suivi et l'évaluation des actions mises en place.

Entre 2010 et 2016, un premier PNA en faveur du genre *Maculinea* (actuellement renommé *Phengaris*) a eu lieu. Aujourd'hui, le second PNA, de 2018 à 2028 vise plus large, en ciblant 38 espèces de priorité nationale, 36 rhopalocères et 2 zygènes (Houard & Jaulin 2018).

La déclinaison du PNA à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine est animée et coordonnée par le CEN Nouvelle-Aquitaine, sous l'égide de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Nouvelle-Aquitaine. Dans la région, sur les 38 espèces présentes dans la liste du PNA, 12 sont présentes sur le territoire et font parties des espèces prioritaires de la déclinaison régionale du PNA ainsi que 32 autres espèces désignées comme prioritaire en Nouvelle-Aquitaine (Gourvil et al. 2021). Parmi elles, 3 sont à fort enjeux, et sont présentes dans la liste du PNA : l'Hermite (Chazara briseis) (-72 % en 20 ans), l'Hespérie des Cirses (Pyrgus cirsii) (-49 % en 20 ans) et la Bacchante (Lopinga achine) (-48 % en 20 ans) (Gourvil et al. 2021).

Riche d'une grande diversité paysagère en raison d'un contexte géographique particulier, la Nouvelle-Aquitaine possède une richesse faunistique et floristique importante. Ainsi en 2020, 62 % des espèces de rhopalocères et 65 % des espèces de zygènes connues sur le territoire national étaient présentes en région Nouvelle-Aquitaine (Gourvil *et al.* 2021). Ainsi, la région est un lieu à enjeu fort en termes de préservation et d'amélioration des connaissances pour les rhopalocères.

1.5. Objectif du stage

L'objectif de ce stage est de développer et de mettre en œuvre un protocole de caractérisation de l'habitat favorable à *Lopinga achine*. Ce protocole vise à approfondir la compréhension des exigences structurelles de l'habitat pour la reproduction de l'espèce. De plus, il devrait permettre de faciliter la localisation précise des habitats propices, contribuant ainsi à affiner la connaissance de la répartition de *Lopinga achine* en Nouvelle-Aquitaine. À travers ce travail, nous cherchons à identifier les éléments qui définissent un habitat favorable pour *Lopinga achine*, en mettant en évidence les caractéristiques écologiques essentielles à sa survie et à son développement. L'analyse des données récoltées devraient fournir des informations précieuses pour la gestion et la conservation de cette espèce, contribuant ainsi à sa préservation dans la région.

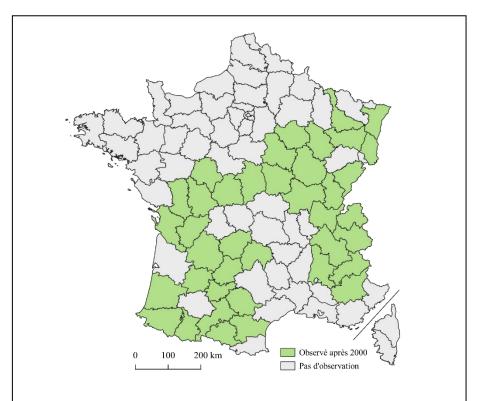


Figure 2 : Répartition de *Lopinga achine* par département (20/06/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot) - (Gwladys *et al.* 2022).

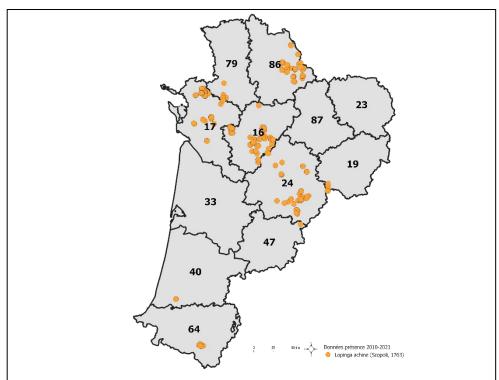


Figure 3 : Répartition régionale de *Lopinga achine* (Base de données Plan National d'Actions en faveur des papillons de jour (PNA) en Nouvelle-Aquitaine)

2. Matériels et Méthodes

2.1. Etat de connaissances et écologie de Lopinga achine

La Bacchante *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) est un papillon de jour (lépidoptère) de la famille des *Nymphalidae*. Distribuée par patchs sur un grande partie du globe, son aire de répartition est relativement étendue, mais ne reflète pas la quantité et la qualité des populations (Kodandaramaiah *et al.* 2012). L'espèce est présente sur une surface importante, mais les populations sont généralement isolées et de faible effectif (Kodandaramaiah *et al.* 2012). Après avoir perdu de 20 % à 50 % de sa répartition européenne (disparition de Belgique, Luxembourg, Bulgarie), elle subsiste sous la forme de métapopulations et/ou de populations isolées dans plusieurs pays.

Après une chute de 48 % en 20 ans (Gourvil et al. 2021), en 2023, Lopinga achine semble voir une dynamique d'expansion croissante sur le territoire national, sa présence dans l'Est du pays est notable, et répartie de manière homogène du sud au nord, à l'inverse les populations présentes dans le Centre et le sud-ouest du territoire, plus sporadiques et probablement plus isolées (Fig. 2).

L'espèce est classée Vulnérable (VU) en Europe, ainsi qu'à l'annexe IV de la directive Habitats Faune Flore, et à l'annexe 2 de la Convention de Berne, sa présence sur un territoire nécessite une prise de mesures et une protection stricte concernant son habitat et tous les éléments touchant à sa phénologie (INPN 2007).

Elle est également présente dans la liste rouge des Papillons de jour de France métropolitaine, et classée en Quasi menacée en Aquitaine et en Poitou-Charentes (NT) en 2023 (INPN 2007).

En Nouvelle-Aquitaine, l'espèce est rare et sa répartition n'est pas encore très bien connue (Fig. 3). Les premiers individus découverts dans le département datent de 1838, en Gironde par T. Roger.



Figure 4 : Imago de *Lopinga achine* se chauffant les ailes avant de décoller (faces inférieures) – Elzéar Hamard Mulot 2023



Figure 5 : Imago de *Lopinga achine* se chauffant les ailes avant de décoller (faces supérieures) – Elzéar Hamard Mulot 2023

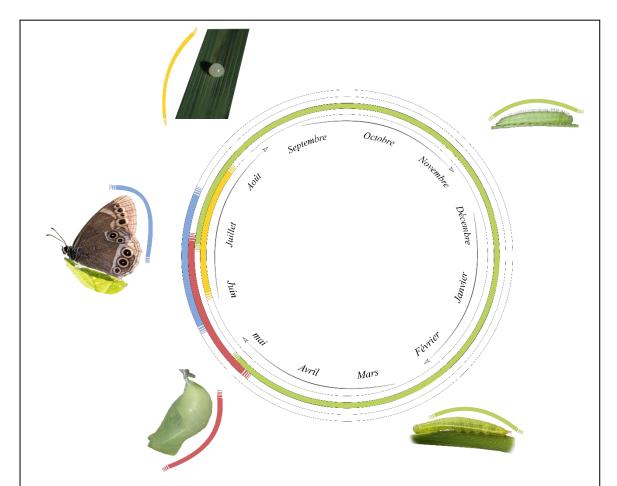


Figure 6 : Cycle phénologique de *Lopinga achine*. (29/06/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot) – (Source : Gwladys *et al.* 2022) – (Œuf, chenille, chrysalide : Lepidoptera – Imago : Elzéar Hamard Mulot)

Dans les Pyrénées-Atlantiques, la première observation fut réalisée par Jean-Louis Fourés le 1^{er} août 1976 en vallée d'Aspe (Gourvil & Sannier 2022). La découverte récente d'une population dans le sud des Landes (2021), laisse penser que d'autres populations existent mais ne sont pas connues, notamment dans les Landes et les Pyrénées-Atlantiques.

2.2. Ecologie

Au stade imago, *Lopinga achine* a une envergure d'environ 50 mm. La face supérieure des ailes est d'un brun uni avec une ligne d'environ 5 ocelles noires cerclées de jaune doré (Fig. 4). La face inférieure des ailes se caractérise par une bande blanche d'épaisseur variable, sur laquelle est présente une série d'ocelles cerclées de brun, jaune doré et noir à point blanc (Fig. 5).

Les œufs, les chenilles et les chrysalides sont de couleurs blanchâtres à vert. Leurs développements se déroulent dans la strate herbacée, mais l'emplacement exact dans cette strate est encore peu connu et difficile à étudier en milieu naturel.

Le cycle phénologique de *Lopinga achine* est classique pour un papillon de jour : 1 seule génération, un hiver passé au stade de chenille, et une période de vol, allant de début juin à fin juillet (Fig. 6).

Les habitats favorables de l'espèce varient selon les pays et les régions. En Suède, l'équipe de Karl-Olof Bergman a montré, que *Lopinga achine* fréquente les zones boisées dominées par *Quercus robur*, ayant une canopée d'une surface comprise entre 60 % et 90 % et une strate herbacée composée de *Carex montana* (plante-hôte exclusive identifiée dans le sud de la Suède) (Bergman 2001). En France, *Brachypodium sylvaticum* est connue comme plante-hôte majoritaire, avec *Deschampsia cespitosa* et d'autres Carex comme *Carex brizoides*. Cependant très peu d'études existent pour définir la couverture herbacée du sous-bois ou l'ouverture de la canopée.

Dans le contexte du sud-ouest de la France, les caractéristiques des habitats sont encore moins bien connues. La diversité des boisements où l'espèce est détectée et leurs caractéristiques peuvent variées fortement, notamment entre la plaine et la montagne.

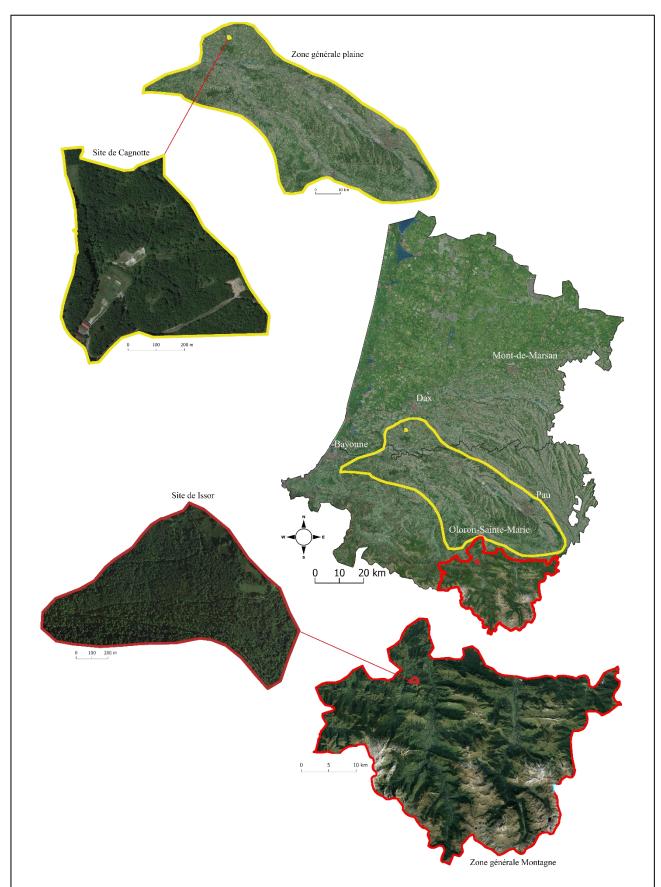


Figure 7 : Localisation des sites d'études dans le sud des Landes et les Pyrénées-Atlantiques. (30/06/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot) – (Source : Google Satellite – Scan25 IGN 2021)

2.3. Sites d'étude

Dans cette étude, deux sites principaux sont suivis. Le premier de 35 hectares (ha), est situé dans le sud des Landes, à 10 km au sud de Dax (site de Cagnotte) (Fig. 7). Il s'agit d'une base militaire, qui a une activité centrée autour d'un stand de tir destiné à l'entraînement des militaires mais également aux adhérents d'une association de chasse. En 2010, le CEN ainsi que la base école d'application de l'aviation légère de l'armée de terre de Dax ont signé une convention, dans le but d'améliorer les connaissances et d'appliquer une gestion en faveur de la biodiversité par le biais d'un plan de gestion.

Le second site, d'environ 22,8 ha, est situé dans les Pyrénées-Atlantiques, au sud d'Oloron-Ste-Marie en vallée d'Aspe, sur la commune d'Issor (Fig. 7), avec une altitude allant de 660 m à 960 m. La délimitation n'est pas fixée par une limite administrative, elle s'inscrit dans une zone écologique, englobant tous les boisements et habitats favorables à *Lopinga achine* (Fig. 7).

De par leur contexte géographique (plaine et montagne), les deux sites étudiés présentent des différences abiotiques et biotiques marquées.

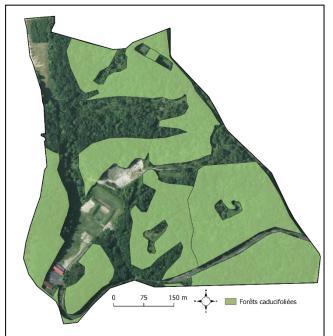


Figure 8: Localisation des habitats de Chênaies-frênaies pyrénéo-cantabriques potentiellement favorables pour *Lopinga achine* sur le site de Cagnotte (26/07/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot – Source : CEN)

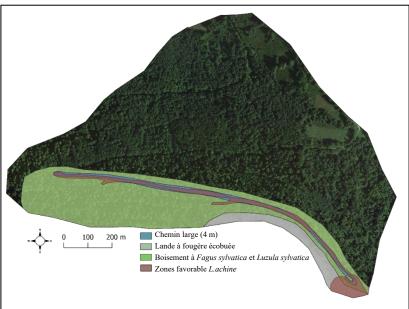


Figure 9 : Localisation des habitats caractéristiques du site d'Issor (26/07/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot – Source : CEN)

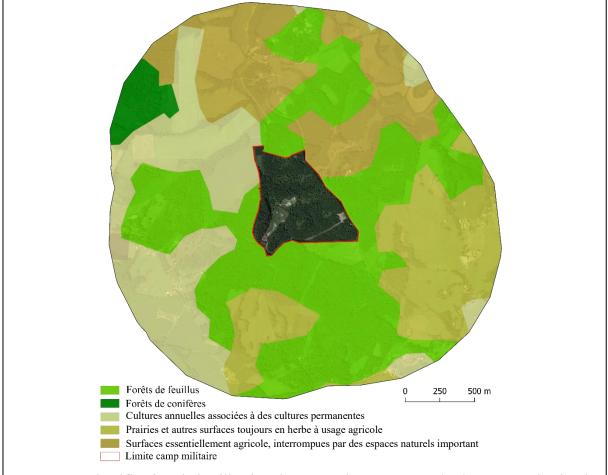


Figure 10 : Identification de l'utilisation des terres dans un rayon d'1 km autour du site de Cagnotte (26/08/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot — Source : Corine Land Cover 2018)

Le site de Cagnotte est composé d'habitats différents : zones humides, prairies, Chênaies-frênaies pyrénéo-cantabriques (classification EUNIS : G1.A19) le tout avec une faible pente. La gestion du site est réalisée par fauche sur les zones de prairie et de sentier, alors que les boisements sont en libre évolution depuis plusieurs dizaines d'années (INPN - Correspondances entre typologies 2023), La Chênaie-frênaie pyrénéo-cantabrique, dans le contexte de Cagnotte, abrite des habitats favorables pour *Lopinga achine* (Fig. 8). Des campagnes d'arrachage d'espèces exotiques envahissantes (*Galega officinalis*) sont réalisées pour limiter la dégradation des habitats sur les zones de prairies. Les alentours du site sont composés majoritairement de cultures (maïs, tournesol essentiellement), de boisements feuillus, et de prairies et autres surfaces toujours en herbe (Fig. 10).

Le site d'Issor est plus homogène. La majorité du site est couvert d'un boisement ancien composé principalement de (*Fagus sylvatica*) et (*Luzula sylvatica*) (classification EUNIS : A3.312 - Forêts à *Luzula sylvatica* et *Fagus sylvatica*) (INPN - Correspondances entre typologies 2023). Ce boisement était déjà présent sur la carte de Cassini. Un écobuage régulier tous les 2 à 3 ans est réalisé sur la lande au-dessus du boisement par les agriculteurs. Un chemin praticable en voiture 4x4 traverse le massif, créant une trouée linéaire importante, ainsi que des lisières favorables pour *Lopinga achine* (Fig. 9).

Dans le cadre du PNA, un travail de prospection a déjà été réalisé les années précédentes, pour affiner la réparation des zones connues dans ces deux secteurs.

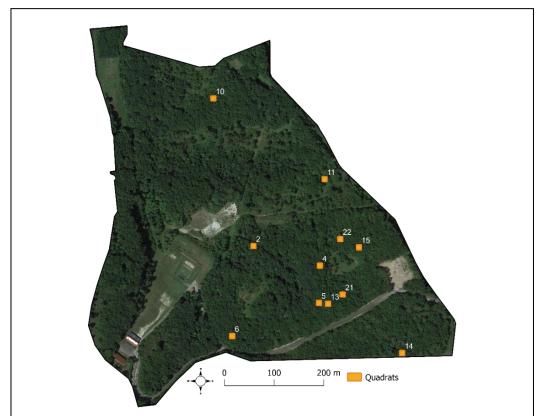
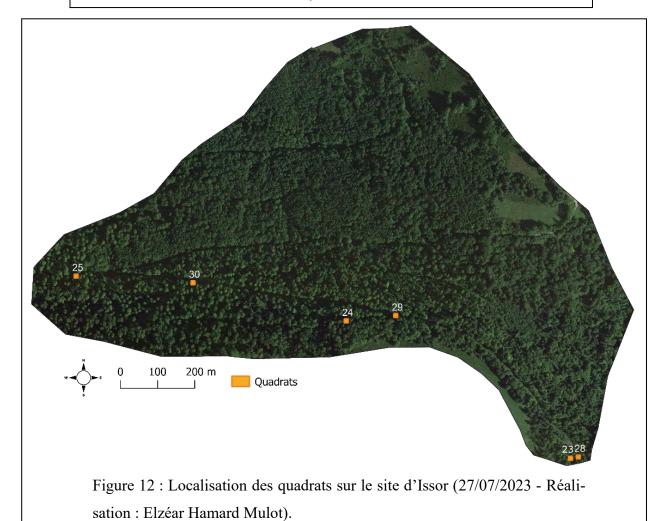


Figure 11 : Localisation des quadrats sur le site de Cagnotte (27/07/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot).



2.4. Protocole de caractérisation des habitats favorables

Objectifs du protocole

Le protocole a pour but de mettre en évidence les paramètres structurels favorables à la reproduction de la *Lopinga achine* dans les différents contextes étudiés (sud des Landes et Pyrénées-Atlantiques). A terme, les données récoltées sur le terrain doivent permettre de mieux connaître les préférences écologiques de l'espèce et faciliter la recherche de nouvelles populations sur le territoire. Les grandes étapes du protocole sont présentées ci-après.

Protocole

Repérage des secteurs favorables :

Pour établir le protocole de suivi des habitats favorables à la reproduction des imagos de *Lopinga achine*, il est crucial de repérer les secteurs propices à cette phase de vie. L'identification de ces zones se fonde sur des critères bibliographiques connus tels que la densité des arbres et la couverture herbacée, des éléments essentiels au développement de l'espèce. La localisation de ces secteurs est effectuée en prospectant les boisements sur le terrain et en localisant via un système d'information géographique (SIG) pour cartographier les habitats favorables.

Positionnement des quadrats de suivi :

Les quadrats de suivi sont positionnés de manière aléatoire dans des habitats homogènes et favorables, en utilisant le SIG. Ces quadrats ont une taille de 100 m², soit 10 mètres de côté (Fig. 11 et Fig. 12).

Paramètres relevés dans le quadrat :

Dans chaque quadrat, plusieurs paramètres sont relevés pour évaluer l'habitat favorable aux besoins de *Lopinga achine*. Le choix des paramètres a été décidé sur la base des données bibliographiques connues en France et en Europe en rajoutant d'autres paramètres qui serviront de base de discussion pour adapter les pratiques sylvicoles. Cela inclut la hauteur de la végétation, la distance entre les sujets arborés, la présence et la distribution des sujets arbustifs et arborés, la pente du terrain, la composition floristique, l'ouverture de la canopée et les prises de vue photographiques. Les données sont saisies dans une fiche de terrain (Annexe 1).

Description de la végétation sur les quadrats :

La végétation sur les secteurs favorables est soigneusement décrite pour comprendre les conditions qui sont attractives pour *Lopinga achine*. Des paramètres tels que la hauteur de la végétation sont évalués et classés en cinq catégories allant de 0 à plus de 8 mètres, permettant d'identifier les zones les plus adaptées à l'espèce. Les espèces végétales dominantes et leur densité

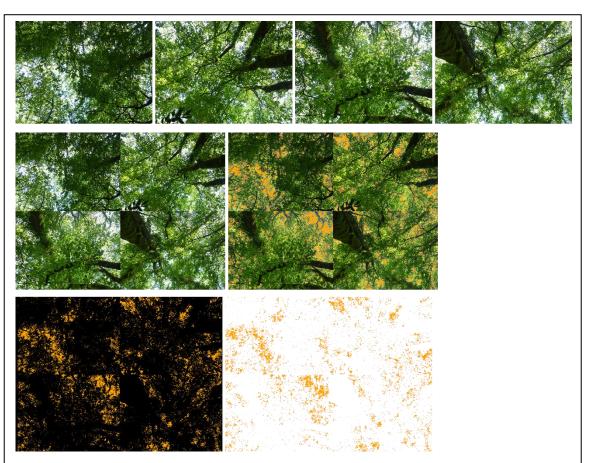


Figure 13 : Réalisation de l'assemblage et de l'extraction des pixels et mesure du pourcentage de recouvrement de la canopée sur un quadrat (exemple du quadrat 2 Cagnotte) - (Elzéar Hamard Mulot 2023)



Figure 14 : Quadrat installé sur le site de Cagnotte (6 n°) - (Elzéar Hamard Mulot 2023)

sont également enregistrées à l'aide de la méthode Braun-Blanquet pour évaluer la composition floristique du milieu.

Ouverture de la canopée et analyse photographique :

L'ouverture de la canopée est évaluée par des prises de vue photographiques verticales à 30 cm du sol. Ces photos sont ensuite assemblées et traitées à l'aide du logiciel gratuit Gimp (possible également sur Inkscape ou Photoshop) pour calculer l'ouverture de la canopée (Fig.13). Des prises de vue à hauteur des yeux dans chaque coin du quadrat sont également effectuées pour documenter les caractéristiques visuelles du site.

Localisation des coins du quadrat :

Enfin, les coins de chaque quadrat sont localisés à l'aide d'un Système de Positionnement par Satellite (GPS) pour assurer la précision et la reproductibilité des mesures. Trois répétitions sont enregistrées pour chaque coin, permettant une meilleure fiabilité des données géographiques.

Tous les paramètres présentés ont été relevés sur chaque quadrats. L'application du protocole ne demande pas de donnée météorologique particulière, seule la saisonnalité compte, pour avoir un maximum d'espèces végétales en fleurs et faciliter la détermination. Il est important de noter qu'il y a un décalage marqué d'au moins 2 semaines entre la floraison des plantes en plaine et en montagne (exemple de quadrat (Fig. 14)).

Lors de la phase post-terrain, les données sont saisies dans un tableur Excel. Les schémas des différentes catégories de végétation sont transférés sur SIG pour calculer ultérieurement la surface de chaque strate. Les 4 photos de la canopée prises du sol sont assemblées sur un logiciel (voir description du protocole).

La durée d'application du protocole sur un quadrat varie de 50 minutes à 1h15, en fonction de l'escarpement du site ainsi que de la diversité végétale présente, (sans compter le temps de trajet).

2.5. Traitement et analyse des données :

Cartographie par Système d'Information Géographique (SIG)

L'intégralité des cartes présentées dans ce mémoire, le positionnement des quadrats, la représentation des surfaces des différentes strates par quadrats, la localisation des observations, l'évolution des aires de répartitions ainsi que toutes les autres cartes du document ont été réalisés sous QGIS (Desktop 3.24.0). Le travail de prospection et de localisation des sites potentiellement favorables, réalisés en amont des phases de terrain, ont également été effectués sous QGIS.

Traitements statistiques

Afin de caractériser l'habitat de *Lopinga achine* sur l'ensemble des quadrats suivis, une première Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée. Cette analyse permet d'identifier des corrélations entre des variables quantitatives et de distinguer des groupes, caractérisés par des variables différentes (Guerrien 2003). Les différentes variables d'habitat, telles que la pente moyenne, la moyenne des distances minimales entre les ligneux supérieurs à 8 m ainsi que l'écart-type de ces distances, le pourcentage de couverture de la canopée, la surface des différentes strates et le nombre d'espèces, ont été intégrées dans l'analyse. Deux autres ACP ont été construites, l'une à partir de l'abondance des différentes espèces observées sur les quadrats et l'autre avec uniquement les espèces mellifères et hôtes identifiées. En parallèle, des tests de comparaison de moyenne du pourcentage de recouvrement de la canopée et de la strate herbacée, pour les quadrats des sites de Cagnotte et d'Issor, ont été réalisés. Au vu du faible nombre de réplicats (8 quadrats sur Issor et 11 sur Cagnotte), le test de Wilcoxon Mann Withney a été choisi. Afin de mieux comprendre les habitats au sein de chaque site, la première ACP avec les variables d'habitat a été réalisée pour chacun des sites.

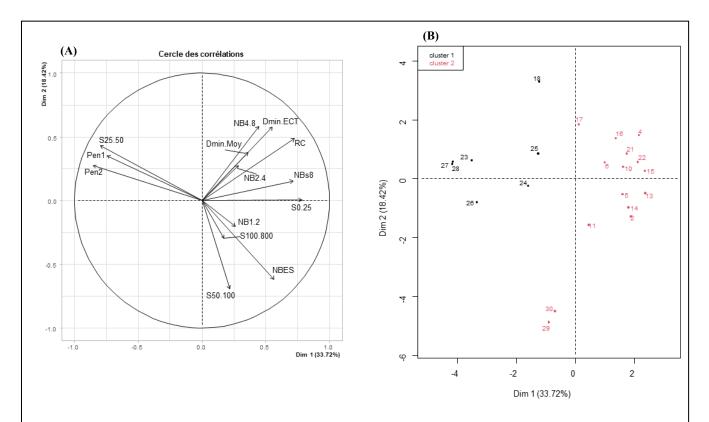


Figure 15 : Cercle des corrélations (A) et représentation des quadrats dans le plan factoriel (B) pour l'ACP réalisée sur tous les quadrats. Les variables sont la pente mesurée sur les deux côtés (Pen1, Pen2), les surfaces des différentes strates de 0 à 25 cm (S0.25), de 25 à 50 cm (S25.50), de 50 à 100 cm (S50.100), de 100 à 800 (S100.800), le nombre d'individus ligneux de 1 à 2 m (NB1.2), de 2 à 4 m (NB2.4), de 4 à 8 m (NB4.8), de plus de 8 m (NBs8), la moyenne des distances minimales entre les ligneux supérieurs à 8 m (DminMoy) ainsi que l'écart-type de ces distances (DminECT), le pourcentage de recouvrement de la canopée (RC) et le nombre d'espèces végétales (NBES).

3. Résultats

3.1. Habitats de *Lopinga achine* sur l'ensemble des quadrats

Un total de 22 quadrats a été réalisé sur l'ensemble des sites. Parmi eux, 11 ont été effectués sur le site de Cagnotte en contexte de plaine, tandis que 8 ont été réalisés sur le site d'Issor en contexte montagnard. La présence de *Lopinga achine* a été confirmée sur ces 19 quadrats.

Trois quadrats supplémentaires ont été réalisés sur des sites en plaine sur les communes de Cauneille (40) et Arraute-Charritte (64), suite aux prospections de terrain pour identifier de nouveaux sites favorables. La présence d'individus de *Lopinga achine* n'a pas été constatée dans ces trois quadrats, malgré la présence d'habitats favorables.

La première ACP (Fig.15) réalisée sur les différents paramètres mesurés, explique 52% de variabilité dans les données. L'axe 1 représente un gradient de pente et du nombre d'espèces et rend compte de 34% de la variabilité. L'axe 2 semble expliquer les strates végétatives, à hauteur de 18%.

La lecture de la carte factorielle montre que deux groupes sont distingués sur l'axe 1. Le premier groupe intègre les 11 quadrats de Cagnotte et les deux de Cauneille ainsi que deux du site d'Issor (29 et 30). Le deuxième groupe intègre les 6 autres quadrats du site d'Issor 23, 24, 25, 26, 27 et 28 ainsi que celui du site de Mixe (18). La dispersion des groupes sur les axes suggère des variations des caractéristiques de l'habitat au sein des groupes. Les variables des strates herbacées basse de 0 à 25 cm et haute de 25 à 50 cm sont opposées et participent à la distinction des deux groupes. Le quadrat de Mixe (18) se distinguerait des deux d'Issor par un nombre d'arbres de 4 à 8m et une variation des distances minimum entre les ligneux (Dmin) plus importante. Les quadrats 29 et 30 d'Issor se distingueraient des autres par une strate buissonnante (variable S50-100) plus importante et une diversité végétale plus élevée (variable NBES). Les tests de Wilcoxon confirment les différences observées sur l'ACP. Ils indiquent des différences significatives entre Cagnotte et Issor pour le pourcentage de couverture de la canopée (p-valeur = 0.00094) et les couvertures des strates herbacées basse et haute, les p-valeurs respectives étant égales à 0.0078 et 0.0091.

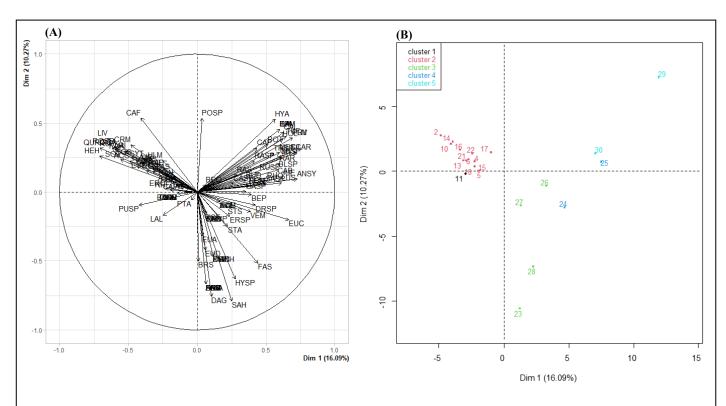


Figure 16 : Cercle des corrélations (A) et représentation des quadrats dans le plan factoriel (B) pour l'ACP réalisée sur les espèces de l'intégralité des quadrats. Les codes des espèces sont indiqués (Annexe 2).

La deuxième ACP (Fig.16) réalisée sur les espèces végétales inventoriées, explique 26 % de la variabilité dans les données. L'axe 1 rend compte de 16 % de cette variabilité, tandis que l'axe 2 en explique 10 %.

L'observation de la carte factorielle réuni tous les quadrats du site de Cagnotte, avec celui de Mixe, et des deux de Cauneille sur l'axe 1. La partie droite de la carte factorielle regroupe les quadrats du site d'Issor, selon trois clusters. Cette variabilité reflète la confirmation différente du terrain : les quadrats 23, 26, 27 et 28 présentent une forte pente et une faible couverture de canopée ; les quadrats 24 et 25 sont sur des petits sentiers (1 m) et les quadrats 29 et 30 sont sur un chemin large (4 m). Le test de Wilcoxon montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre d'espèces en contexte de plaine et celui en contexte de montagne (p-valeur = 0.1066). Les différences observées seraient donc davantage liées aux espèces présentes qu'à la diversité en elle-même.

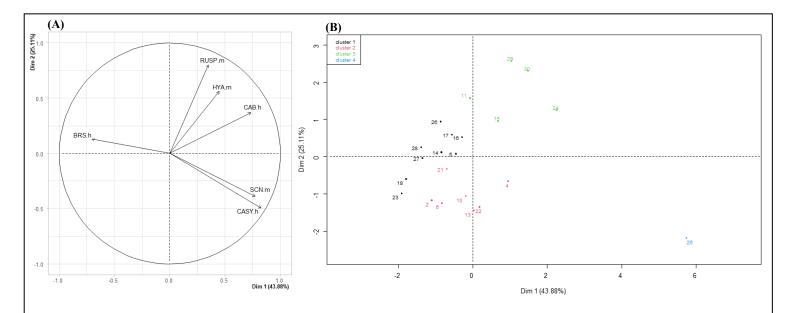


Figure 17: Cercle des corrélations (A) et représentation des quadrats dans le plan factoriel (B) pour l'ACP réalisée sur 3 espèces mellifères et 3 espèces potentiellement plantes-hôtes, sur l'intégralité des quadrats. *Brachypodium sylvaticum* (BRS.h), *Carex brizoides* (CAB.h), *Carex sylvatica* (CAS.h), *Hypericum androsaemum* (HYA.m), *Rubus sp* (RUSP.m), *Scrophularia nodosa* (SCN.M)

L'ACP (Fig. 17) réalisée sur les 3 espèces mellifères et les 3 espèces potentiellement plantes hôtes, explique 69% de variabilité dans les données. L'axe 1 représente le gradient d'abondance *Brachypodium sylvaticum, Carex sylvatica, Scrophularia nodosa* et rend compte de 44 % de la variabilité. L'axe 2 représente *Carex brizoides, Hypericum androsaemum, Rubus sp*, à hauteur de 25 %.

La lecture de la carte factorielle montre une distinction en 4 groupes. Le groupe représenté en noir est celui qui aurait l'abondance la plus élevée en *Brachypodium sylvaticum* par rapport aux autres quadrats. Le quadrat 25 est influencé par *Carex sylvatica* et *Scrophularia nodosa*. Les quadrats 11, 15, 24, 29 et 30 semblent se distinguer des autres par une forte présence de *Rubus sp* ainsi que de *Hypericum androsaemum*, à l'inverse des quadrats 2, 4, 6, 10, 13, 21 et 22.

Les ACP (Fig. 16) et (Fig. 17) montrent une distinction forte entre les sites de plaine (Cagnotte, Cauneille, Mixe) et de montagne (Issor), sur plusieurs variables. Des analyses séparées entre Cagnotte et Issor ont donc été réalisées pour étudier les paramètres caractéristiques d'un habitat favorable pour la Bacchante dans les deux contextes.

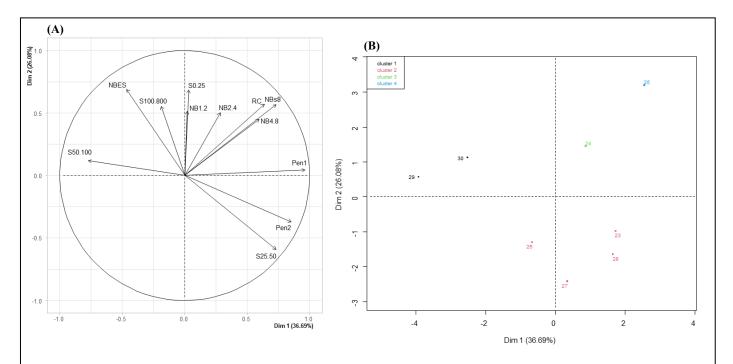


Figure 18 : Cercle des corrélations (A) et représentation des quadrats dans le plan factoriel (B) pour l'ACP réalisée sur tous les quadrats du site d'Issor, les variables sont la pente mesurée sur les deux côtés (Pen1, Pen2), les surfaces des différentes strates de 0 à 25 cm (S0.25), de 25 à 50 cm (S25.50), de 50 à 100 cm (S50.100), de 100 à 800 (S100.800), le nombre d'individus ligneux de 1 à 2 m (NB1.2), de 2 à 4 m (NB2.4), de 4 à 8 m (NB4.8), de plus de 8 m (NBs8), le pourcentage de recouvrement de la canopée (RC) et le nombre d'espèces végétales (NBES).

3.2. Comparaison entre les sites d'étude

L'ACP (Fig.18) réalisée sur les paramètres relevés dans les quadrats du site d'Issor, explique 63% de variabilité dans les données. L'axe 1 représente un gradient de pente et de surface végétative pour la strate herbacée basse (0 et 25 cm) et pour la strate herbacée haute (25 à 50 cm), et rend compte de 37% de la variabilité. L'axe 2 explique le reste des strates végétatives et des surfaces en fonction des strates, à hauteur de 26%.

La lecture de la carte factorielle montre que 2 groupes sont distingués sur l'axe 1, l'un avec les quadrats 29 et 30, l'autre avec les 6 autres quadrats 23, 24, 25, 26, 27 et 28. L'axe 2 divise le tout en 4 autres groupes, ce qui suggère des variations des caractéristiques de l'habitat au sein du site. Les quadrats 29 et 30 se distingueraient des autres par une surface de strate buissonnante 50 à 100 cm et d'un nombre d'espèce plus importante. Les 23, 26, 27 et 28, par une surface de strate herbacée de 25 à 50 cm car ils sont à l'antipode de la strate herbacée basse de 0 à 25 cm et une pente plus importante. Les quadrats 24 et 25 par un recouvrement et un nombre de ligneux plus important.

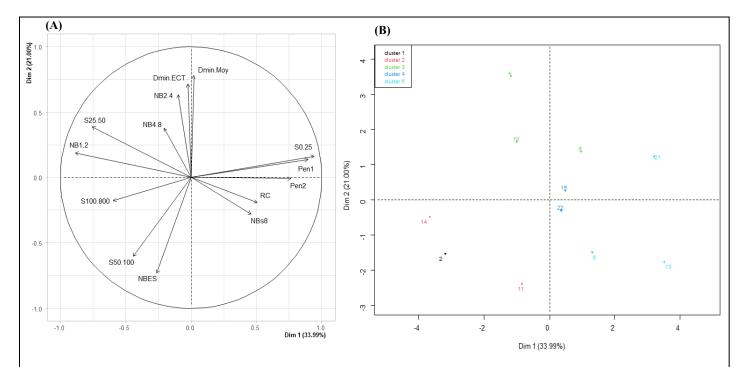


Figure 19 : Cercle des corrélations (A) et représentation des quadrats dans le plan factoriel (B) pour l'ACP réalisée sur la tous les quadrats du site de Cagnotte, les variables sont la pente mesurée sur les deux côtés (Pen1, Pen2), les surfaces des différentes strates de 0 à 25 cm (S0.25), de 25 à 50 cm (S25.50), de 50 à 100 cm (S50.100), de 100 à 800 (S100.800), le nombre d'individus ligneux de 1 à 2 m (NB1.2), de 2 à 4 m (NB2.4), de 4 à 8 m (NB4.8), de plus de 8 m (NBs8), la moyenne des distances minimale entre les ligneux supérieurs à 8 m (DminMoy) ainsi que l'écart-type de ces distances (DminECT), le pourcentage de recouvrement de la canopée (RC) et le nombre d'espèces végétales (NBES).

L'ACP (Fig.19) réalisée sur les paramètres relevés dans les quadrats du site de Cagnotte explique 55 % de la variabilité des données. L'axe 1 représente un gradient de pente, du recouvrement, les strates herbacées et rend compte de 34 % à la variabilité. L'axe 2 explique les distances minimales entre les ligneux supérieurs à 8 m, le nombre d'espèces, la strate buissonnante de 50 à 100 cm et le nombre de ligneux de 2 à 4 m, à hauteur de 21 % de la variabilité.

Bien que les 11 quadrats du site de Cagnotte étaient représentés très proches sur la carte factorielle (Fig. 15), l'ACP ciblée sur ce site montre des disparités entre eux. Cinq groupes ont été identifiés. Par exemple, les quadrats 5, 13 et 21 sont associés à un groupe qui semble expliqué par la pente et la surface de la strate herbacée de 0 à 25 cm. Les quadrats 4, 6 et 10 sont associés à un groupe, qui semble être expliqué par la variable des distances minimales entre les ligneux.

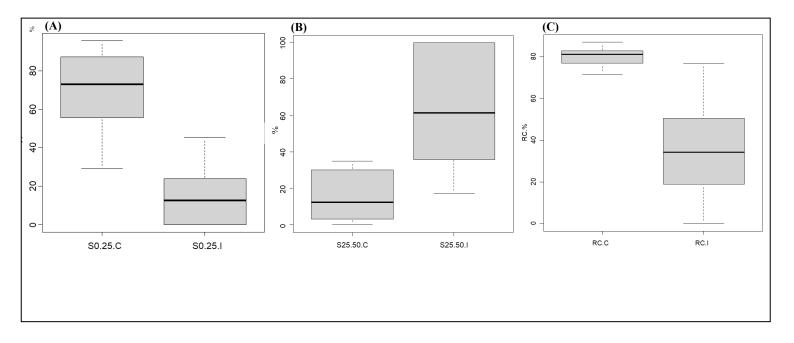


Tableau 2 : Récapitulatif des moyennes par variables par sites. NB1.2 : Nombre d'individus (végétaux) entre 1 et 2 mètres, NB2.4 : Nombre d'individus (végétaux) entre 2 et 4 mètres, NB4.8 : Nombre d'individus (végétaux) entre 4 et 8 mètres, NBs8 : Nombre d'individus (végétaux) supérieurs à 8 mètres, Pen : Pente (en degrés), Dmin Moy : Moyenne des distances minimales entre chaque arbre, Dmin ECT : Écart type des distances minimales entre arbres, RC : Recouvrement de la canopée (%), NBES : Nombre d'espèces, S0.25 : Surface de la strate 0 à 25 cm, S25.50 : Surface de la strate 25 à 50 cm, S50.100 : Surface de la strate 50 à 100 cm, S100.800 : Surface de la strate 100 à 800cm.

Sites/Variables	NB1.2	NB2.4	NB4.8	NBs8	Pen	Dmin Moy	Dmin ECT	RC	NBES	S0.25	S25.50	\$50.100	\$100.800
Moyennes Cagnotte	8	4	5	8	9	3	1	80	25	69	18	9	4
Moyennes Issor	6	3	1	1	27	NA	NA	34	21	15	64	8	5
Moyennes Autres	2	3	11	5	17	4	2	85	19	15	73	11	1

Tableau 3 : Récapitulatif des moyennes par variables sur les quadrats d'Issor, distingués en deux groupes, chemin (24, 25, 29 et 30) et boisement (23, 26, 27, et 28). NB1.2 : Nombre d'individus (végétaux) entre 1 et 2 mètres, NB2.4 : Nombre d'individus (végétaux) entre 2 et 4 mètres, NB4.8 : Nombre d'individus (végétaux) entre 4 et 8 mètres, NBs8 : Nombre d'individus (végétaux) supérieurs à 8 mètres, Pen : Pente (en degrés), RC : Recouvrement de la canopée (%), NBES : Nombre d'espèces, S0.25 (%) : Surface de la strate 0 à 25 cm, S25.50 (%) : Surface de la strate 25 à 50 cm, S50.100 (%) : Surface de la strate 50 à 100 cm, S100.800 (%) : Surface de la strate 100 à 800cm.

Quadrats/variables	NB1.2	NB2.4	NB4.8	NBs8	Pen	RC	NBES	S0.25	S25.50	\$50.100	S100.800
Moyenne (23,26,27,28)	0,75	1,5	0,75	0,5	32,9	27,3	15,5	7,68	86,78	5,22	0,16
Moyenne (24,25,29,30)	11,75	3,5	1	1	21,5	41,16	26	21,87	40,83	60,44	9,91

Afin de comprendre le sens des différences mises en évidence par les tests de Wilcoxon entre les deux sites, des boites de dispersion des variables surface des strates herbacées basse et haute et du pourcentage de recouvrement de la canopée, ont été construites (Fig. 20). Elles montrent que la surface de la strate herbacée basse est plus importante sur Cagnotte que sur Issor. L'inverse est observé pour la strate herbacée haute. Enfin, le pourcentage de recouvrement de la canopée est plus important sur les quadrats de Cagnotte (Fig. 20). Ces résultats corroborent avec ceux de la première ACP (Fig. 15).

3.3. Caractérisation des sites

Les données de terrain ont été utilisées pour calculer la moyenne de chaque variable (Tab. 2), ce qui permet de caractériser de manière globale les types d'habitats fréquentés par les imagos de *Lopinga achine*. Chaque caractéristique/variable doit être ramenée sur une surface de 100 m², qui correspond à la surface d'un quadrat.

Sur le site de Cagnotte, les caractéristiques des habitats favorables à *Lopinga achine* sont les suivantes : une pente moyenne d'environ 9°, un recouvrement de la canopée d'environ 80 %, un nombre moyen de ligneux supérieurs à 8 mètres de 7,5 individus/100 m² avec des distances moyennes entre chaque arbre de 3 mètres en moyenne, une surface de strate herbacée de 0 à 25 cm atteignant 69% en moyenne, et un nombre moyen d'espèces végétales de 25 espèces (Tab. 2).

Le site d'Issor ne présente pas une homogénéité forte entre les quadrats, avec deux groupes de quadrats qui ressortent en fonction du contexte interne au site (Tab. 3). Le premier groupe de quadrat peut être relié au contexte de chemin forestier large (4 m), correspondant aux quadrats n°24, 25, 29 et 30. Dans ce groupe, les caractéristiques favorables sont les suivantes : une pente plus faible de 21,5° en moyenne, une faible couverture de la canopée avec 41 % de recouvrement moyen, un nombre moyen d'espèces végétales de 26 espèces, très peu de ligneux supérieurs à 8 mètres (1 arbre au 100 m²) à proximité directe du chemin, une faible densité de petits ligneux ainsi qu'une strate herbacée haute (25 à 50 cm) représentant 40,8%, (Tab. 3). Un second contexte a été identifié sur le site d'Issor, correspondant aux boisements de pente (quadrats 23, 26, 27 et 28), présentant les caractéristiques suivantes : une pente moyenne de 33°, un recouvrement de la canopée de 27,3 % en moyenne, un nombre de ligneux supérieurs à 8 mètres de 0,5 individus/100 m² en moyenne, une faible diversité végétale avec 15 espèces relevées en moyenne, une strate herbacée dominante plus haute allant de 25 à 50 cm avec un recouvrement moyen de 86,8 % (Tab. 3).

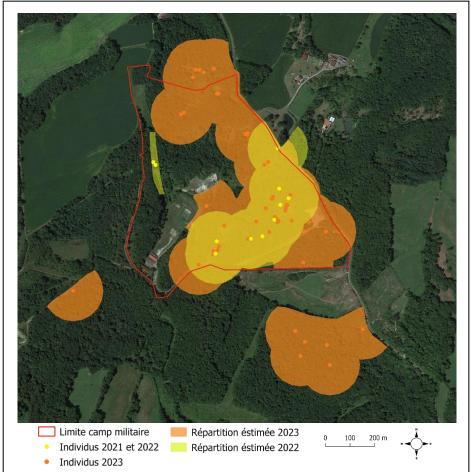


Figure 21 : Répartition de *Lopinga achine* en 2022 et en 2023 sur le site de Cagnotte (18/08/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot).

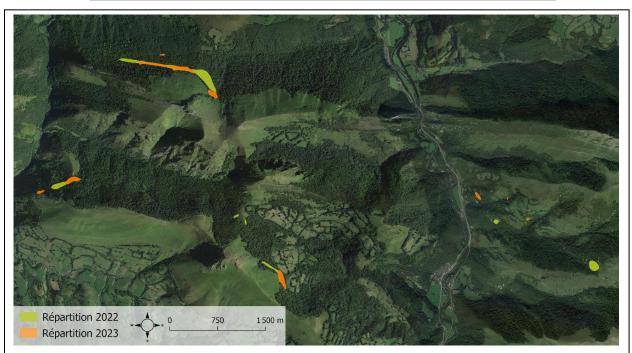


Figure 22 : Répartition de *Lopinga achine* en 2022 et en 2023 sur le site d'Issor et la zone générale de montagne (18/08/2023 - Réalisation : Elzéar Hamard Mulot).

3.4. Evolution des aires de répartition de *Lopinga achine* dans le sud des Landes et les Pyrénées-Atlantiques.

La campagne de prospection réalisée en 2023 a permis de mettre à jour l'aire de répartition de *Lopinga achine*. Sur le site de Cagnotte, la connaissance des zones fréquentées par les imagos s'est affinée et couvre désormais toute la partie est du site (Fig. 21). En 2022, un maximum de 10 individus avait été observé sur le site, contre 29 en 2023. Les valeurs d'observations des imagos ne peuvent pas être comparées en raison de l'absence d'un protocole d'observation et d'un effort de prospection différent.

Trois nouvelles zones ont été découvertes autour du site. La première au sud, d'une surface d'environ 5 ha, présentant des habitats favorables ainsi que la présence de plusieurs imagos ; La seconde au nord, à quelques mètres de la limite du camp militaire d'environ 1500 m², avec la présence de plusieurs imagos également, et enfin, une petite zone où un individu a été vu le long d'une lisière, sans présence marquée d'habitat favorable.

Sur le site d'Issor, la confirmation, la précision et l'actualisation des zones exploitées par les imagos ont été réalisées mais aucune nouvelle zone de présence n'a été découverte (Fig. 22).

En plaine comme en montagne, 25 jours ont été consacré aux prospections de terrains, pour la recherche de nouvelles zones favorable sur des surfaces importantes (Annexe 3) et (Annexe 4).

4. Discussion

4.1. Préférences d'habitats en Nouvelle-Aquitaine

L'analyse des résultats a permis de caractériser les habitats favorables à *Lopinga achine* sur les deux sites étudiés. Le recouvrement de la canopée est significativement différent entre les deux sites. A Cagnotte, le nombre de ligneux supérieurs à 1 m est plus important avec un recouvrement de la canopée moyen de 80 %, contre 34 % sur Issor. Ces résultats corroborent les observations de terrain et la littérature. Par exemple, des études réalisées en Allemagne (Alpes Bavaroise), ont montré que Lopinga achine fréquente des boisements clairs avec une couverture moyenne de canopée de 36 % donc proche de celle constatée sur le site Pyrénéen. L'étude de Bergman (2001) réalisée sur des secteurs de faible altitude en Suède montre que la couverture de canopée des boisements utilisés par Lopinga achine est nettement plus importante, et correspond aux valeurs observées sur Cagnotte avec une couverture moyenne de 80 %. Dans la littérature suédoise, le recouvrement de canopée idéal se situe entre 70 à 85 %, ce qui correspond au site de plaine (Bergman 2001). La proximité des valeurs de canopée entre des sites ayant des contextes altitudinaux et paysagers proches (Alpes-Pyrénées ; Suède-Landes) laisse à penser qu'il existe des caractéristiques similaires au sein des deux contextes. Les valeurs de couvertures de canopées faibles en montagne peuvent être liées au nombre de ligneux, moins abondants dans les quadrats étudiés. Cette différence de densité de ligneux peut s'expliquer par des contraintes d'accès limitant l'exploitation du bois à Issor, et des caractéristiques pédologiques liées à l'altitude (pente). A Issor, ces caractéristiques ont permis au milieu de suivre une évolution plus naturelle, avec des ouvertures provoquées par des chutes d'arbres et une diversité structurelle de végétation. Sur ce site, la forêt connaît donc une dynamique d'évolution plus marquée qu'à Cagnotte où elle est limitée par des conditions pédologiques très particulières composées d'un sol humide et pauvre. De plus, l'âge des boisements, qu'ils soient plus ou moins matures, joue un rôle dans la densité des arbres et de la canopée. Dans un contexte montagnard, les imagos de Lopinga achine ont tendance à fréquenter principalement les zones où la canopée est moins dense. En revanche, à Cagnotte, la quasi-totalité des observations d'imago a été réalisée dans des zones boisées à canopée dense, diffusant peu de lumière. Cette différence dans les zones de fréquentation en fonction du contexte géographique pourrait aussi être attribuée à des facteurs tels que l'altitude et l'humidité. En effet, le climat montagnard, caractérisé par son humidité et sa fraîcheur, pourrait atténuer l'impact de la dessiccation, des chenilles et des œufs. À l'inverse, dans des Landes, où les températures sont plus élevées et l'exposition au soleil

prolongée, les effets de la dessiccation peuvent être plus prononcés. Cette sensibilité à la chaleur et au soleil par les œufs et les chenilles est un facteur limitant pour le maintien et le développement de l'espèce (Streitberger et al. 2012). Bien que l'orientation des sites n'ait pas été enregistrée dans les relevés, il semble que dans les versants montagnards où la présence de *Lopinga achine* est avérée, une majorité est orientée au nord ou au nord-ouest. Cette orientation pourrait avoir pour effet de limiter l'exposition au soleil ainsi que le risque de dessication. Ces résultats soulignent la diversité des caractéristiques d'habitat de l'espèce, autant écologiques que climatiques.

Les sites de Cauneille et Mixe présentent des critères favorables pour les imagos, mais l'espèce est absente des sites. L'hypothèse de l'absence de corridors entre ces sites et Cagnotte semble probable.

D'autres caractéristiques distinguent les habitats des deux sites principaux étudiés. Certaines étaient attendues, telles que la pente, plus prononcée à Issor avec 27° par rapport à 9° à Cagnotte, d'autres ont été mises en évidence lors de cette étude. C'est le cas en particulier pour les strates de végétation principalement présentes. A Issor, la strate dominante est plus haute que celle constatée à Cagnotte. Cette différence s'explique par un cortège floristique distinct, avec notamment des espèces herbacées hautes plus fréquentes à Issor telles que *Brachypodium sylvaticum* et *Carex remota*. Le contexte frais et moins ensoleillé des versants nord de montagne favorise également des pieds plus hauts et plus denses alors qu'à Cagnotte, les espèces dominantes sont des *Carex* de taille plus réduite. Ces valeurs observées sont liées aux contextes spécifiques des deux sites étudiés, et il manque donc des résultats similaires sur un plus grand nombre de sites, au sein de chaque contexte, pour pouvoir généraliser à tous les sites où *Lopinga achine* est présent.

Trois quadrats ont été réalisés sur des sites satellites à Cagnotte. Les résultats montrent que deux d'entre eux sont similaires à ceux réalisés sur le site de Cagnotte alors que le troisième ressemble davantage à celui réalisé sur le site d'Issor. Malgré ces similitudes, *Lopinga achine* n'a pas été observé dans ces quadrats. L'explication la plus plausible réside probablement dans l'isolement de ces sites lié au faible potentiel de dispersion des imagos. En effet, *Lopinga achine* ne possède pas une grande capacité de dispersion. La plupart de ses déplacements se produisent à l'intérieur des sites, avec des distances allant de 94 à 116 m pour les femelles et de 45 à 54 m pour les mâles (Bergman & Landin, 2002). Malgré des moyennes de dispersion très modestes, certains individus parcourent parfois plus de 500 m, avec une distance maximale de 670 m selon cette même étude. Cependant, les auteurs de l'étude notent que ces chiffres peuvent être sous-



Figure 23 : Imago de *Lopinga achine* en alimentation sur une *Scrophularia nodosa* - (Elzéar Hamard Mulot).



Figure 24 : Imago de *Lopinga achine* en alimentation sur une plante du genre *Rubus* - (Elzéar Hamard Mulot).



Figure 25 : Imago de *Lopinga achine* en alimentation sur un *Hypericum androsaemum* - (Elzéar Hamard Mulot).

estimés, et qu'en 1996, un mâle marqué a été observé à 3,5 km de son point de départ (Bergman & Landin, 2002). En reprenant ces valeurs, on constate que le site le plus proche de Cagnotte se situe à plus de 5 km rendant difficile, voire impossible, pour les imagos de coloniser ce site.

4.2. Plantes mellifères observées

La présence de plantes mellifères dans les zones d'habitats favorables constitue également un critère de présence de *Lopinga achine*. Au cours de cette étude, des imagos ont été observées en train de se nourrir sur trois espèces végétales. L'une d'entre elle est déjà connue dans la région : *Rubus sp* (Fig. 23), tandis que les deux autres sont moins connues en raison du manque de retour et d'observations précises sur cet aspect de son écologie : *Hypericum androsaemum* et *Scrophularia nodosa* (Fig. 24) (Fig. 25). Les espèces du genre *Rubus* sont présentes dans de nombreux types de milieux, y compris ceux fréquentés par *Lopinga achine*, ce qui en fait une ressource alimentaire couramment utilisée par les imagos (Gwladys et al. 2022). *Hypericum androsaemum* est présent sur les deux sites, mais les observations d'alimentation ont été effectuées uniquement à Issor. Cette observation pourrait être due à une moins grande abondance de *Rubus* à Issor par rapport à Cagnotte, poussant les individus à s'alimenter sur d'autres plantes. Quant à l'observation d'alimentation sur *Scrophularia nodosa*, elle n'a été vue que 3 fois au cours de la période de vol des imagos en 2023. Il est probable que d'autres espèces végétales servent de sources de nourriture pour les imagos, mais aucune méthodologie spécifique n'a été mise en place pour observer ces interactions au cours de l'étude.

4.3. Menaces

En Allemagne, le déclin de *Lopinga achine* est positivement corrélé à l'augmentation de la température annuelle moyenne ainsi que celle du mois janvier (Streitberger *et al.* 2012). Or, des populations subsistent aux hivers doux, comme dans les forêts du sud de la vallée du Rhin (Streitberger *et al.* 2012). Cette étude met ainsi en lumière que la rétraction des aires de répartition de *Lopinga achine* ne peut pas être attribuée uniquement aux changements de température. Cette population isolée dans des régions à hivers cléments peut être comparée au contexte météorologique des sites de plaine du sud-ouest de la France.

Le réchauffement climatique peut donc contribuer aux facteurs qui augmentent le risque de déclin de cette espèce, mais son impact n'est pas encore suffisamment connu et étudié pour tirer des conclusions définitives.

En République Tchèque, l'une des causes identifiées de la régression des populations de *Lopinga achine* est l'eutrophisation (Streitberger *et al.* 2012). L'eutrophisation des boisements est en partie attribuée aux apports d'azote, qui modifient la végétation en favorisant les espèces à croissance rapide et compétitive au détriment des espèces hôtes parfois moins compétitives (Streitberger *et al.* 2012). Bien que l'apport d'azote dans les boisements de montagne ne soit pas encore important, l'augmentation et le dépôt d'azote atmosphérique pourraient également impacter la structure de la végétation (Streitberger *et al.* 2012). Ces menaces demeurent peu connues et difficiles à constater à l'heure actuelle. Les sites étudiés semblent peu touchés par ces phénomènes, cependant, il est essentiel d'en avoir connaissance pour la gestion ou pour d'éventuelles études futures.

La principale raison connue menaçant les populations de Lopinga achine dans les habitats favorables du sud-ouest de la France est liée à l'évolution naturelle des boisements. En effet, Lopinga achine profite d'une phase spécifique (clairière) dans la succession végétale des boisements, qui généralement est de courte durée (Gwladys et al. 2022). Pendant plusieurs années, l'espèce a réussi à subsister au sein de nombreux boisements, en grande partie grâce à la gestion par pâturage et à l'utilisation traditionnelle du bois par les paysans, créant des zones plus ouvertes, favorables à son développement. Les deux sites étudiés ici font face à une fermeture progressive des habitats, mais à des échelles différentes. Cagnotte, en raison du sol marneux et appauvri, évolue relativement lentement, sans qu'une gestion spécifique soit mise en place. Cependant, certains signes de fermeture sont constatés dans des parties du boisement. A Issor, certaines lisières fréquentées par Lopinga achine sont soumises à des écobuages traditionnels qui rajeunissent les habitats. Des écobuages répétés peuvent avoir un impact sur la population, car ils surviennent généralement lorsque les individus sont au stade de chenille ou de chrysalide. De plus, un écobuage régulier enrichit le sol en azote dans le boisement limitrophe, et peut accélérer la vitesse d'évolution et d'eutrophisation du boisement. Dans les parties non soumises à l'écobuage sur le site d'Issor, la densité de Carex est plus élevée car non soumise à cet apport d'azote.

Sites	Moyens de gestion						
Cagnotte	Arrachage manuel des jeunes ligneux avec exportation						
	ééquilibrage de la couverture de canopée						
	Pâturage						
	Arrachage manuel des jeunes ligneux avec exportation						
T	Rééquilibrage de la couverture de canopée						
Issor	Pâturage						
	Diminution de la fréquence d'écobuage						

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des moyens de gestion des deux sites d'étude.

4.4. Préconisation de gestion pour la conservation des sites favorables

Bien que les deux sites étudiés se trouvent dans des contextes différents, ils pourraient être représentatifs des habitats de plaine et de montagne plus globalement dans le sud-ouest de la France. Cette extrapolation reste prudente en raison du manque de données dans d'autres habitats de plaine ou de montagne ainsi que de la diversité d'habitats fréquentés par l'espèce. L'analyse des données provenant d'autres sites, comme en Charente Maritime, pourra compléter et permettre de mieux caractériser les habitats des différents contextes paysagers. Sur le site de Cagnotte, potentiellement caractéristique du contexte de plaine, la présence de *Lopinga achine* dépend de conditions particulières : 80 % de couverture de canopée en moyenne, strate herbacée située entre 0 et 25 cm de hauteur, dominante en sous-bois et riche en espèces de *Carex* (bien que l'espèce hôte ne soit pas encore identifiée sur ce site, les espèces majoritaires sont des *Carex*).

En ce qui concerne le site de Issor, potentiellement caractéristique du contexte de montagne, les critères favorables diffèrent. Ils englobent une couverture arborée moins dense, 34 % en moyenne, et une strate herbacée majoritaire plus haute par rapport à Cagnotte, variant de 25 cm à 50 cm. Sur ce site, la strate herbacée est principalement composée de *Brachypodium sylvaticum* pour les zones de pentes, tandis que les ourlets de *Carex* dominent dans les zones de sentiers.

Les caractéristiques structurelles d'un habitat favorable à *Lopinga achine* ayant été définies pour les deux sites d'études, des préconisations de gestion peuvent être mises en place pour conserver un stade favorable de la succession (Tab. 4) :

- L'arrachage manuel des jeunes ligneux avec exportation peut être réalisé sur les zones en début de colonisation pour maintenir une strate herbacée en sous-bois.
- Pour rééquilibrer de la couverture de canopée, dans les cas où cette couverture commence à être supérieure à 80 %, il est envisageable de sélectionner des arbres pour rééquilibrer la couverture de canopée autour de 80 % (Bergman 1999).
- Pour limiter l'eutrophisation et la modification du cortège végétal, les zones traditionnellement écobuées devront être limitées en termes de période et de fréquence.
- Le pâturage a été identifié comme bon moyen de gestion pour limiter l'émancipation des ligneux. Notamment le pâturage caprin, qui cible plutôt les ligneux (Streitberger *et al.* 2012).

En mettant en œuvre ces différentes approches de gestion de manière adaptée à chaque site (Tab. 4), il devrait être possible de maintenir des conditions propices à *Lopinga achine* et favoriser sa présence dans ces habitats spécifiques.

4.5. Adaptation locale et plasticité phénotypique

Les deux populations de Lopinga achine décrites dans ce mémoire sont distantes de 70 km. Sachant la capacité de dispersion limitée de cette espèce et l'absence de corridors favorables entre ces deux populations, il est peu probable qu'il y ait des échanges génétiques entre la population du sud des Landes et celle des Pyrénées-Atlantiques. Jusqu'à présent, l'adaptation locale à un environnement nouveau de Lopinga achine ne semble pas avoir été mise en évidence. Pour autant, il a été montré que chez les insectes, ce type d'adaptation peut se produire (Roy et al. 2015). L'isolement de la population du sud des Landes pourrait induire une variation phénotypique favorisant l'évolution de Lopinga achine sur ce site isolé. Cela pourrait conduire à des différences génétiques et comportementales adaptatives entre la population du sud des Landes et des Pyrénées ou d'autres régions en France. Pour tester l'hypothèse d'adaptation locale, des études plus approfondies sur la variabilité phénotypique et génétique de Lopinga achine dans ces populations seraient nécessaires, il serait en effet pertinent de comparer la génétique des potentielles populations sources les plus proches (Hautes-Pyrénées et Dordogne). Ces recherches conduiraient à une meilleure compréhension des capacités de réponse, voire d'adaptation de Lopinga achine aux conditions environnementales. Cependant, il est également possible que la forte plasticité phénotypique des papillons et des insectes (Gibert 2020), permette une colonisation d'habitats dans des environnements très différents, sans pour autant nécessiter de transformations génétiques liées à une adaptation locale. Cette idée est soutenue par l'observation de Lopinga achine dans des habitats forestiers différents en France et en Europe : boisements mixtes, uniquement feuillus, clairières etc.

4.6. Limites méthodologiques

Cette étude, bien que fournissant des informations importantes sur *Lopinga achine*, présente certaines limites. Tout d'abord, le faible nombre de réplicats de quadrats, particulièrement sur le site d'Issor, pourrait limiter la représentativité des données collectées ou introduire une trop forte variabilité dans les résultats. Ce faible nombre de réplicats s'explique par plusieurs facteurs, comme la difficulté d'accès sur le site militaire, en effet, la méfiance et le manque de coopération des habitants autour du site de Cagnotte ont restreint les zones de recherches, et

limitent la visualisation de l'ensemble de l'aire de répartition de *Lopinga achine* ainsi que des zones privées pour Cagnotte, ou des habitats favorables plus limités en surface sur Issor. Pour compléter cette étude, d'autres sites seront étudiés dans les prochaines années ; certains sont actuellement mis en place en Charente-Maritime par la LPO.

Un autre biais pourrait limiter la représentativité des résultats. En effet, la sélection des sites où les quadrats ont été placés se fonde sur la présence des imagos, et non des chenilles. Les besoins écologiques des chenilles ne sont actuellement pas connus en France. Or, ils pourraient varier de ceux des imagos, par l'utilisation de caractéristiques d'habitats ou de microhabitats. La recherche des œufs est complexe car ils ne sont pas collants et sont situés dans la litière. La recherche des chenilles est par ailleurs possible, mais demande à être réalisée de nuit avec des lampes à rayonnement ultra-violets. Des prospections sont en cours pour rechercher des chenilles à Issor.

Des efforts futurs visant à accroître le nombre de réplicats, à collecter des données quantitatives sur les populations et les chenilles, à obtenir des informations détaillées sur la pédologie et à obtenir un accès plus large aux sites, pourraient contribuer à une compréhension plus approfondie et précise des habitats favorables pour *Lopinga achine*.

5. Conclusion

Cette étude met en évidence la diversité des facteurs environnementaux qui influencent la répartition de *Lopinga achine* et ses besoins écologiques dans le contexte des deux sites étudiés.

Elle a permis d'approfondir la compréhension des habitats favorables à *Lopinga achine* dans la région du sud-ouest de la France, avec un site dans les Landes et un autre dans les Pyrénées-Atlantiques. Les résultats ont révélé des différences significatives entre les sites en ce qui concerne la composition de la végétation, la couverture de canopée et le recouvrement des strates herbacées. Le site des Landes, situé dans un contexte de plaine, se caractérise par une préférence pour une couverture de canopée importante et une strate herbacée basse, tandis que le site en Pyrénées-Atlantiques situé dans un contexte de montagne, présente une couverture arborée plus faible et une strate herbacée plus dense. De plus, l'observation de *Lopinga achine* a mis en évidence un comportement alimentaire sur des espèces végétales qui n'étaient pas encore citées dans la bibliographie régionale, *Hypericum androsaemum* et *Scrophularia nodosa*.

Les résultats observés permettent d'affiner les recommandations de gestion, telles que l'arrachage manuel des jeunes ligneux, la sélection ciblée des ligneux pour rééquilibrer la couverture de la canopée et la diminution de la fréquence d'écobuage. De plus, des facteurs tels que les effets potentiels d'apport d'azote atmosphérique soulignent la nécessité de prendre en compte des menaces moins évidentes dans la conservation de l'espèce et notamment les activités périphériques au site comme l'écobuage.

Cette étude offre des perspectives importantes pour améliorer la connaissance de l'espèce. L'hypothèse d'un isolement géographique des populations pourrait être mise en évidence par une analyse génétique, ce qui permettrait d'évaluer l'ancienneté de cet isolement et mettre en exergue d'éventuelles dérives génétiques. Dans les prochaines années, il serait intéressant de pousser les recherches et les études sur les chenilles, les plantes hôtes utilisées et les zones d'habitats ou microhabitats favorables aux chenilles. Une étude sur la dispersion des imagos en fonction des différents contextes permettrait également d'affiner les connaissances sur le potentiel de colonisation des sites dans le sud-ouest de la France. Une fois ce protocole déployé sur la majorité des sites de plaine et de montagne, il pourrait constituer une méthode d'évaluation d'un site abritant une population de *Lopinga achine*. Une grille d'évaluation pourra être construite en fonction des résultats de ce protocole et ainsi mettre en évidence les paramètres défavorables sur lesquels le gestionnaire devra mettre en place des actions de gestions.

6. Bibliographie

Barendregt, A., Zeegers, T., van Steenis, W. & Jongejans, E. (2022). Forest hoverfly community collapse: Abundance and species richness drop over four decades. *Insect Conservation and Diversity*, **15**, 510–521.

Bergès, L., Roche, P. & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. *Sciences Eaux & Territoires*, Numéro **3**, 34–39.

Bergman, K.-O. (1999). Habitat utilization by *Lopinga achine* (Nymphalidae: Satyrinae) larvae and ovipositing females: implications for conservation. *Biological Conservation*, **88**, 69–74.

Bergman, K.-O. (2001). Population dynamics and the importance of habitat management for conservation of the butterfly *Lopinga achine*. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 1303–1313.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R. & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, E6089–E6096.

Fichefet, V., Branquart, E., Claessens, H., Delescaille, L.-M., Dufrêne, M., Graitson, E., *et al.* (2011). Milieux ouverts forestiers, lisières forestières et biodiversité : de la théorie à la pratique.

Gibert, J.-M. (2020). La plasticité phénotypique chez les insectes. *Biologie Aujourd'hui*, **214**, 33–44.

Gourvil, P.-Y., Cotrel, N., Chambord, R. & Tzvetan, G. (2021). Plan National d'actions en faveur des papillons de jour - Nouvelle-Aquitaine.

Gourvil, P.-Y. & Sannier, M. (2022). Atlas des papillons de jour d'Aquitaine.

Guerrien, M. (2003). L'intérêt de l'analyse en composantes principales (ACP) pour la recherche en sciences sociales. *Cahiers des Amériques latines*, 181–192.

Gwladys, T., Laurent, C., Romain, C., Pierre, C. & Pascal, D. (2022). *Lopinga achine* (Scopoli, 1763)

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., *et al.* (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12, e0185809.

Houard, X. & Jaulin, S. (2018). Plan National d'actions en faveur des papillons de jour - Accueil, 64.

Kodandaramaiah, U., Konvicka, M., Tammaru, T., Wahlberg, N. & Gotthard, K. (2012). Phylogeography of the threatened butterfly, the woodland brown *Lopinga achine* (*Nymphalidae*: *Satyrinae*): implications for conservation. *J Insect Conserv*, **16**, 305–313.

Lister, B.C. & Garcia, A. (2018). Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **115**, E10397–E10406.

Ouin, A., Vigan, M., Caniot, P., Dumora, B., Willm, J. & Deconchat, M. (2011). Biodiversité dans les lisières forestières. Presented at the Journée d'écologie de Toulouse - JET 2011.

Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, **232**, 8–27.

Streitberger, M., Hermann, G., Kraus, W. & Fartmann, T. (2012). Modern forest management and the decline of the Woodland Brown (*Lopinga achine*) in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, **269**, 239–248.

UICN, MNHN, M. national d'Histoire N., OPIE, Office pour les insectes et leur environnement, SEF, Société entomologique de France & Noé Conservation. (2014). La Liste rouge des espèces menacées en France Papillons de jour de France métropolitaine.

Sites internet:

INPN. (2007). *INPN - Cordons Dunaires, Arrêté de protection de biotope - Espèces*. Available at: https://inpn.mnhn.fr/espace/protege/FR3800070/tab/especes. Last accessed 2 October 2021.

INPN - Correspondances entre typologies. (2023). Available at: https://inpn.mnhn.fr/tele-chargement/referentiels/habitats/correspondances. Last accessed 26 July 2023.

Annexe 1 : Fiche utilisé sur le terrain pour la caractérisation des habitats.



Conservatoire d'espaces naturels Nouvelle-Aquitaine Caractérisation des habitats favorables à la Bacchante

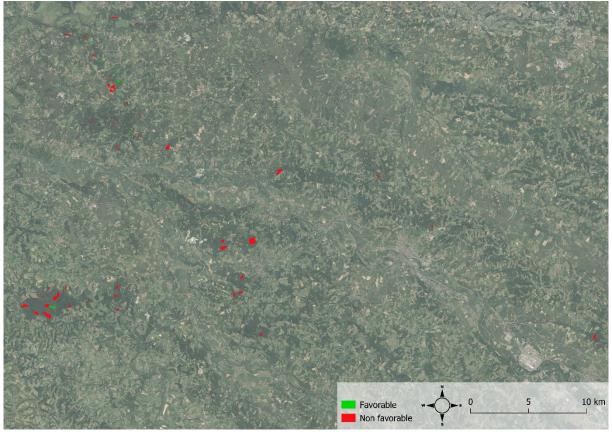


<i>/</i> 3									
							(2)		
		4							
03									
100m ²	1 m		Hauteurs :	0-25cm	25-50	cm 50)-100cm	1-8m ->	8m× N
Auteur-e-s d	u relevé : .				Da	ite :		Site :	
Quadrat n° : Coordonnées GPS 4 coins (3 réplicats par points) : Photos : 1 2 3 4 Photos : 5 6 7 8									
Nombre d'individus (1-2m) : (2-4m) : (4-8m) : (> 8m) :									
Pente : mesurée au laser (3 réplicats par points) : D :1/ 2/ 3 G :1/ 2									
/ 3 Distance la plus proche entre deux arbres : 1m/									

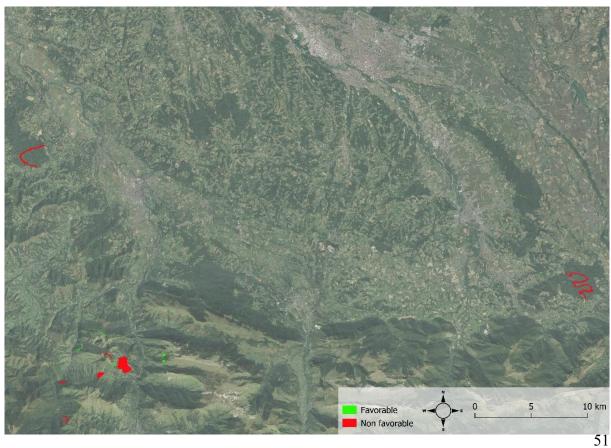
Annexe 2 : Codes et noms latins des espèces présentes dans l'ACP (Fig. 16)

	2 : Codes et noms latins	1 -	-		
Code	Nom latin	Code	Nom latin	Code	Nom latin
ACC	Acer campestre	ERA	Erinus alpinus	PRV	Prunella vulgaris
ACM	Achillea millefolium	ERSP	Erodium sp	PRS	Prunus spinosa
AJR	Ajuga reptans	ERB	Eryngium bourgatii	PST	Pseudoturritis turrita
ANSY	Angelica sylvestris	EUE	Euonymus europaeus	PTA	Pteridium aquilinum
ANH	Anemone hepatica	EUC	Eupatorium cannabinum	PUSP	Pulmonaria sp
ANS	Anthriscus sylvestris	EUA	Euphorbia amygdaloides	QUR	Quercus robur
AQV	Aquilegia vulgaris	EUD	Euphorbia dulcis	RASP	Ranonculus sp
ART	Arabis turrita	FAS	Fagus sylvatica	RAF	Ranunculus ficaria
ARI	Arum italicum	FESP	Festuca sp	RAN	Ranunculus nemorosus
ASA	Asphodelus albus	FRE	Fraxinus excelsior	RAR	Ranunculus repens
BEPE	Bellis perennis	GASP	Galium sp	RAS	Ranunculus serpens
BLSP	Blechnum sp	GESP	Geranium sp	RHF	Rhamnus frangula
BEO	Betonia officinalis	HEH	Hedera helix	ROSP	Rosa sp
BEP	Betula pubescens	HEV	Helleborus viridis	RUP	Rubia peregrina
BRS	Brachypodium sylvaticum	HOL	Holcus lanatus	RUSP	Rubus sp
BUD	Buddleja davidii	HYA	Hypericum androsaemum	RUC	Rumex conglomeratus
CAI	Cardamine impatiens	ILA	Ilex aquifolium	RUA	Ruscus aculeatus
CAPR	Cardamine pratensis	IRG	Iris graminea	SASP	Salix sp
CAB	Carex brizoides	IRF	Iris foetidissima	SAH	Saxifraga hirsuta
CAF	Carex flacca	JUA	Juncus articulatus	SCN	Scrophularia nodosa
CAP	Carex pendula	JUE	Juncus effusus	SOT	Sorbus torminalis
CAR	Carex remota	LALA	Lathyrus laevigatus	STA	Stachys alpina
CASY	Carex sylvatica	LAL	Lathyrus latifolius	STS	Stachys sylvatica
CAS	Castanea sativa	LAP	Lathyrus pratensis	SAR	Sambucus racemosa
CE SP	Centaurea sp	LAS	Laurier sp	SYT	Symphytum tuberosum
CIL	Circaea lutetiana	LIV	Ligustrum vulgare	TAC	Tanacetum corymbosum
COM	Conopoduim majus	LOP	Lonicera periclymenum	TASP	Taraxacum sp
COS	Cornus sanguinea	LUS	Luzula sylvatica	TOS	Tolpis staticifolia
COA	Corylus avellana	MES	Mentha suaveolens	TRSP	Trifolium sp
CRM	Crataegus monogyna	MYS	Myosotis scorpiodes	TUF	Tussilago farfara
CRC	Crepis capillaris	ORV	Origanum vulgare	ULG	Ulmus glabra
DAG	Dactylis glomerata	PHO	Phyteuma orbiculare	ULM	Ulmus minor
DAM	Dactylorhiza maculata	PHP	Phyteuma pyrenaicum	URD	Urtica dioica
DAF	Dactylorhiza fuchsii	PLL	Plantago lanceolata	VEM	Veronica montana
DIC	Dioscorea communis	PLM	Plantago major	VIO	Viburnum opulus
DRSP	Dryopteris sp	POT	Poa trivialis	VIR	Viola riviniana
EPH	Epipactis helleborine	POSP	Polypodium sp	VISP	Viola sp
EPM	Epilobium montanum	POS	Potenilla sp	VISE	Vicia sepium
ERC	Erica cinerea	PRVE	Primula veris		

Annexe 3 : Localisation des zones prospectées favorables et non favorables en contexte de plaine.



Annexe 4 : Localisation des zones prospectées favorables et non favorablee en contexte de montagne.



7. Résumé

Certaines espèces de papillons sont mal connues et peu d'études les concernent, c'est le cas de Lopinga achine. L'objectif de cette étude était de caractériser ses habitats favorables dans le contexte du sud-ouest de la France, et de tester un protocole sur deux sites dans deux contextes différents : la plaine (Cagnotte, Landes) et la montagne (Issor, Pyrénées-Atlantiques). Les résultats indiquent que Lopinga achine occupe des habitats différents selon le site étudié. Le site de plaine est caractérisé par une couverture de canopée de 80 % en moyenne et une strate herbacée basse (0 à 25 cm) de 69 % en moyenne. Le site de montagne est caractérisé par une couverture de canopée de 34 % en moyenne, avec une strate herbacée haute (25 à 50 cm) pour un recouvrement de 64 % en moyenne. Ces deux caractéristiques semblent jouer un rôle crucial dans la sélection des habitats propices au développement des imagos de Lopinga achine. Les résultats obtenus, ainsi que l'élaboration du protocole de caractérisation des habitats, permet de faciliter l'identification d'habitats favorables dans des zones similaires dans les secteurs étudiés mais plus largement ailleurs en France. Ces éléments contribueront à obtenir une meilleure compréhension des caractéristiques d'habitats favorables en fonction des différentes régions, d'approfondir notre connaissance sur l'écologie de Lopinga achine et de mieux définir la répartition de l'espèce.

Mots clés : *Lopinga achine* ; caractérisation d'habitat ; Landes ; Pyrnées-Atlantiques ; plaine ; montagne ; canopée ; strate herbacée ; *Brachypodium sylvaticum* ; *Carex* ; Lisière

Some species of butterflies are poorly known and few studies concern them, this is the case of *Lopinga achine*. The objective of this study was to characterize its favorable habitats in the context of southwestern France, and to test a protocol on two sites in two different contexts: the plain (Cagnotte, Landes) and the mountains (Issor, Pyrénées-Atlantiques). The results indicate that *Lopinga achine* occupies different habitats depending on the site studied. The lowland site is characterized by a canopy cover of 80% on average and a low herbaceous layer (0 to 25 cm) of 69% on average. The mountain site is characterized by a canopy cover of 34% on average, with a high herbaceous layer (25 to 50 cm) for an average cover of 64%. These two characteristics appear to play a crucial role in the selection of suitable habitats for the development of the imagos of *Lopinga achine*. The results obtained, as well as the development of the habitat characterization protocol, facilitate the identification of favorable habitats in similar areas in the sectors studied but more broadly elsewhere in France. These elements will contribute to a better understanding of the characteristics of favourable habitats in different regions, to deepen our knowledge of the ecology of *Lopinga achine* and to better define the distribution of the species.

Keywords: *Lopinga achine*; habitat characterization; Landes; Pyrnées-Atlantiques; plain; mountain; canopy; herbaceous layer; *Brachypodium sylvaticum*; *Carex*; Edge