



Conservatoire d'espaces naturels Occitanie

Rapport d'étude

**Site Natura 2000
Tourbière et lac de Lourdes**

Etude de la population de Fadet des laïches – année 2020



Rédaction : Baptiste Charlot

Relecture : Samuel Danflous, David Soulet

Novembre 2020



Page de garde : Fadet des laïches © B. Charlot

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. METHODE	2
2.1. ZONE D'ETUDE	2
2.2. LE FADET DES LAICHES	3
2.3. PROTOCOLES	5
2.3.1. Capture-Marquage-Recapture	5
2.3.2. Transects linéaires	11
2.3.3. Prospections hors site Natura 2000	14
3. RESULTATS	15
3.1. CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE	16
3.2. TRANSECTS LINEAIRES	21
3.3. PROSPECTION HORS SITE NATURA 2000	21
4. DISCUSSION	22
4.1. CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE	23
4.2. TRANSECTS LINEAIRES	28
4.3. PROSPECTION HORS SITE NATURA 2000	28
4.4. ETAT DE CONSERVATION	29
4.5. PERSPECTIVES	30
5. CONCLUSION	31
BIBLIOGRAPHIE	33
ANNEXES	35

1. INTRODUCTION

Le site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes (FR 7300936) est constitué d'un lac d'origine glaciaire dont la queue occidentale est occupée par une tourbière acide particulièrement remarquable. Situé dans le piémont pyrénéen, à l'ouest du département des Hautes-Pyrénées, il est animé par le Pays de Lourdes et des Vallées des Gaves (PLVG). Le document d'objectifs (DOCOB) du site, rédigé en 2007, dresse la liste des habitats et des espèces d'intérêt communautaire présents sur le site. Parmi eux figure une espèce de lépidoptère particulièrement remarquable, le Fadet des laïches.

L'état de conservation du Fadet des laïches et de ses habitats sur le site de Lourdes a été jugé comme bon lors de la rédaction du DOCOB en 2007 (Biotope, 2007). Le caractère menacé de l'espèce au niveau européen avait néanmoins conduit à considérer la conservation de la population de Fadet des laïches comme un des deux enjeux majeurs du site. Une action de suivi de cette population a ainsi été inscrite dans le DOCOB (Action S3 « Suivi de la population du Fadet des laïches »). Cette action vise à la fois à "vérifier la pertinence des actions engagées pour entretenir et conserver les habitats naturels occupés par l'espèce" et à "améliorer les connaissances concernant l'espèce sur le site". Une première phase de suivi a ainsi été réalisée entre 2009 et 2012.

En 2014, lors de l'évaluation du DOCOB (Amidev, 2014), l'évaluation actualisée de l'état de conservation de l'espèce avait établi qu'un peu plus du tiers des habitats potentiellement favorables à l'espèce était dans un état de conservation satisfaisant mais que la majorité de ces zones était dans un état "Médiocre" ou "Restaurable" et devait prioritairement faire l'objet de mesures de gestion. L'action de suivi du Fadet des laïches a donc été maintenue en priorité 1 et adaptée. L'objectif d'amélioration des connaissances a ainsi été précisé : il s'agit notamment d'évaluer la taille de la population sur le site et d'identifier les échanges entre les différents secteurs de la tourbière. Pour répondre à cet objectif, un suivi par capture-marquage-recapture (CMR) a été effectué en 2016 sur le site. Cette étude avait notamment estimé à 300 individus la population de Fadet des laïches présente sur la tourbière de Lourdes et l'état de conservation de l'espèce y avait été jugé comme "défavorable ou mauvais". Afin d'évaluer l'évolution de la population et toujours dans un but d'amélioration des connaissances spécifiques sur la dynamique de l'espèce, il avait été préconisé de reconduire ce protocole tous les trois à cinq ans.

En 2020, le renouvellement de ce suivi par CMR a été programmé par le PLVG. Comme en 2016, la mise en œuvre de ce suivi a été confiée au Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées (CEN MP). Le CEN MP constitue un partenaire historique de l'animateur du site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes en tant que propriétaire de la partie nord de la tourbière mais également en tant que partenaire technique.

Le suivi par protocole CMR du Fadet des laïches mené en 2020 a été réalisé sur la partie ouest du site de Lourdes, correspondant à la zone de tourbière et aux zones potentiellement favorables à l'espèce. Ce suivi a pour but de surveiller l'évolution et l'état de conservation de la population, de vérifier la pertinence des actions engagées pour entretenir et conserver les habitats naturels occupés par l'espèce et d'améliorer les connaissances spécifiques sur le site au travers de différents paramètres (taille de la population, sex-ratio, distribution spatiale et utilisation des habitats, déplacements des individus entre les différentes parties de la tourbière).

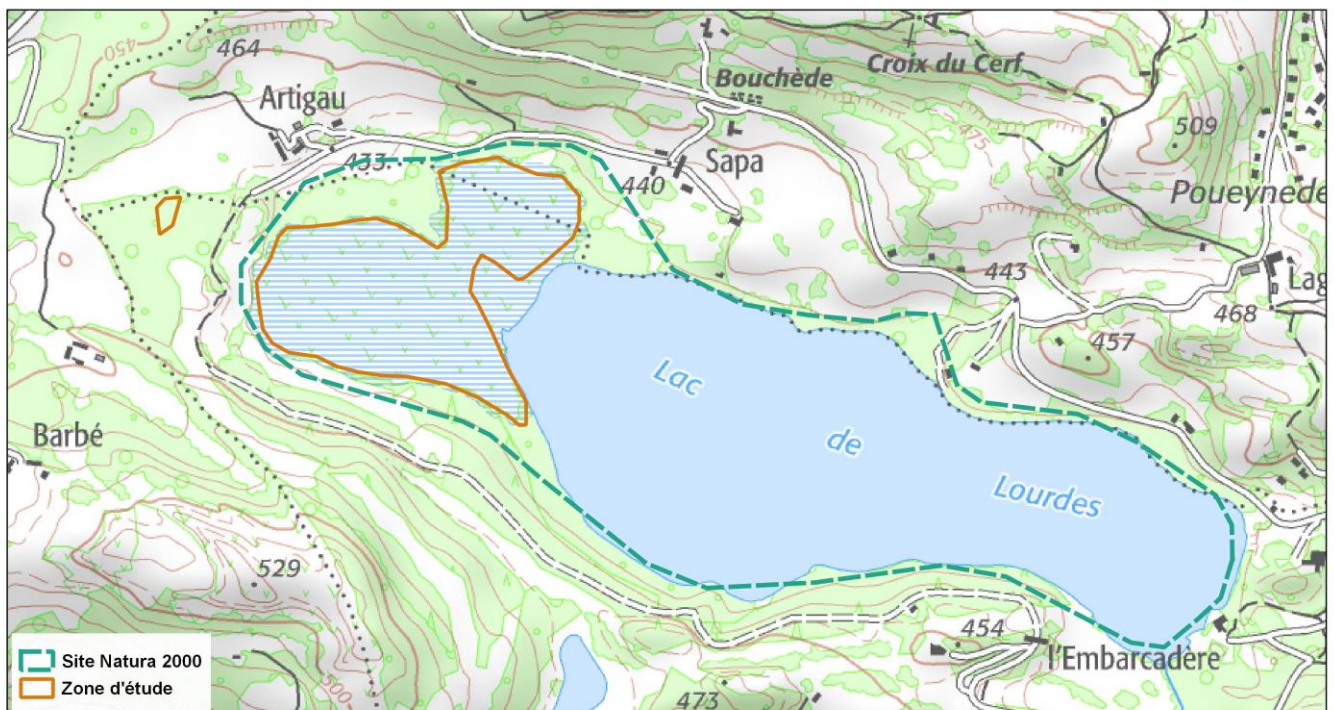
2. METHODE

2.1. ZONE D'ETUDE

La zone d'étude correspond à la tourbière de Lourdes qui constitue la partie ouest du site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes. Elle s'étend sur environ 13 ha sur les communes de Lourdes et de Poueyferré. Au sein de cette zone d'étude, les habitats potentiellement favorables au Fadet des laïches occupent environ 8 ha et correspondent principalement à de la tourbière haute active, de la prairie à molinie et du bas-marais.

A cette zone principale, s'ajoute une petite zone tourbeuse enclavée située à l'ouest du site Natura 2000, en dehors de celui-ci. Par le passé, des individus de Fadet des laïches ont été observés sur cette zone d'environ 1,5 ha.

Zone d'étude



Cartographie ©CEN MP Charlot B. 2020 - Traitement QGIS 3.10.0
Source des données ©CEN MP 2020 - Fond cartographique ©IGN Scan25

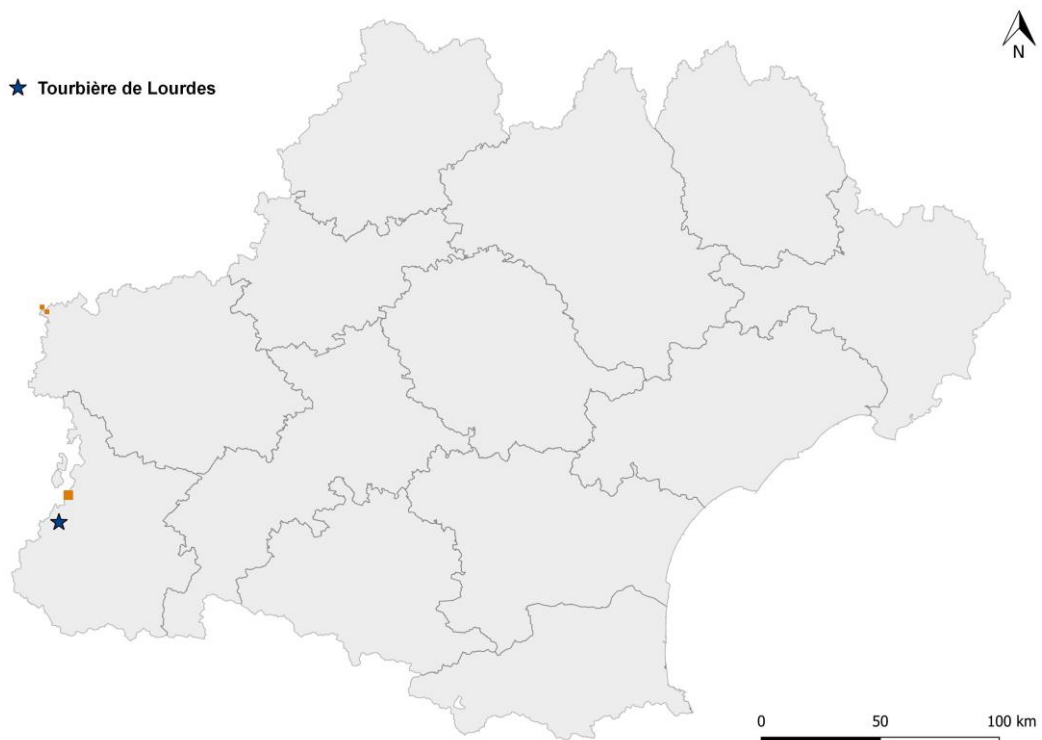
0 250 500 m

2.2. LE FADET DES LAÏCHES

Le Fadet des laïches *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) est un papillon de la famille des Nymphalidae. Il se caractérise par un recto des ailes entièrement brun-noir. Le verso de ses ailes est marqué d'une ligne submarginale argentée et orné de gros ocelles noirs pupillés de blanc et cerclés de jaune, plus nombreux chez la femelle que chez le mâle.

Répartition

Espèce eurasiatique, le Fadet des laïches est présent de l'Europe occidentale jusqu'au Japon en aires disjointes. En France, où il arrive en limite occidentale de répartition, sa répartition est divisée en deux noyaux en Rhône-Alpes et surtout dans le Sud-Ouest où sont présentes les plus grosses populations d'Europe de l'Ouest ; il semble avoir disparu des Pays de la Loire. En Occitanie, l'espèce n'est présente de manière pérenne que dans deux localités de l'ouest des Hautes-Pyrénées : la Lande de Ger et la Tourbière de Lourdes. Les mentions gersoises correspondent à des individus erratiques probablement issus des populations landaises avoisinantes.



Répartition du Fadet des laïches en Occitanie

source : Liste rouge des Lépidoptères rhopalocères & Zygènes d'Occitanie (Louboutin *et al.*, 2019)

Habitats et plantes-hôtes

Le Fadet des laïches occupe principalement les tourbières, les marais ainsi que les prairies, landes et lisières humides (Lafranchis, 2000 ; Demergès, 2015). Les chenilles se développent principalement sur la Moline bleue (*Molinia caerulea*) mais également sur le Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*).

🔸 Phénologie

En Occitanie, les imagos de Fadet des laïches volent en une seule génération de fin juin à début août avec une majorité des observations faites vers la mi-juillet.

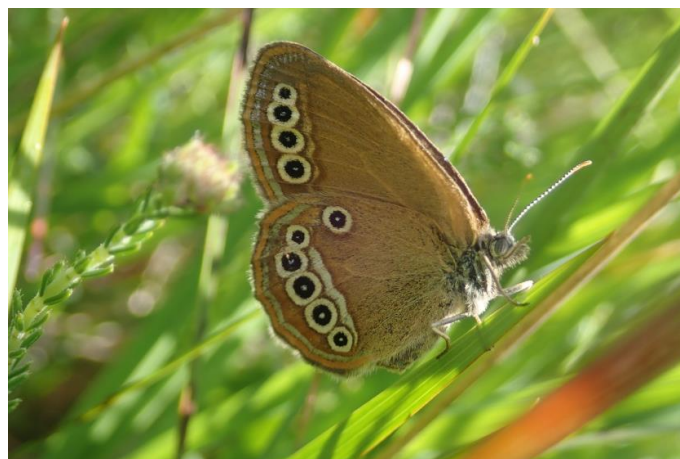
🔸 Statuts

Le Fadet des laïches, ainsi que ses habitats de reproduction et ses aires de repos, sont protégés en France par l'arrêté du 23 avril 2007. Il est en outre inscrit aux annexes II et IV de la Directive Habitat Faune Flore et est classé dans la catégorie « En Danger » (EN) dans la Liste Rouge européenne des rhopalocères (Van Swaay *et al.*, 2010) et dans la catégorie « Quasi-menacée » (NT) dans la Liste Rouge des papillons de jour de France métropolitaine (IUCN France *et al.*, 2012). A l'échelle régionale, elle est déterminante pour les ZNIEFF en Midi-Pyrénées et est classée dans la catégorie « En Danger critique » (CR) dans la Liste rouge des lépidoptères rhopalocères et zygènes d'Occitanie (Louboutin *et al.*, 2019).

🔸 Site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes

Sur le site de Lourdes, le Fadet des laïches est connu depuis le milieu du XIX^{ème} siècle (Philippe, 1858). Il s'agit d'une des deux seules populations pérennes connues en Occitanie avec celle de la Lande de Ger. Cette dernière, située à une dizaine de kilomètres au nord, constitue la population connue la plus proche de celle de la tourbière de Lourdes, qui constitue un isolat pour l'espèce.

Depuis 2006 et la désignation du site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes, l'espèce y est régulièrement suivie au travers de la mise en place de plusieurs protocoles : maillage, transects, CMR. En 2007, lors de la rédaction du DOCOB du site, l'état de conservation de l'espèce et de ses habitats avait été jugé comme "Bon" (Biotope, 2017). Cette évaluation a été dégradée en "Défavorable/Mauvais" en 2016 lors d'une étude menée sur l'espèce à l'échelle du site (Demergès, 2017). La surface réduite du site, la faible taille de la population (environ 300 individus), son isolement reproductif, sa situation en limite d'aire de répartition ou encore les menaces pesant sur les habitats favorables (fermeture notamment) sont autant d'éléments avancés pour justifier cet état de conservation et qui menaceraient la survie à long-terme de l'espèce sur le site de Lourdes.



Fadet des laïches © B. Charlot

2.3. PROTOCOLES

Le suivi de la population de Fadet des laïches de la tourbière de Lourdes était prévu selon deux protocoles : capture-marquage-recapture (CMR) et transects linéaires. Ces deux protocoles sont repris de ceux mis en place par le CEN MP en 2016 (Demergès, 2017) afin de comparer les résultats obtenus avec ceux des précédentes mises en œuvre (2016 pour la CMR, 2016 et 2018 pour les transects linéaires). Des fiches détaillées décrivant ces deux protocoles sont annexées à ce rapport (Annexes 2 & 4).

Les deux protocoles ont des objectifs différents et sont complémentaires dans le suivi de la population de Fadet des laïches du site de Lourdes. La méthode de CMR vise à mettre en évidence de manière précise les caractéristiques et la structure, notamment démographiques, de la population. La méthode de transects linéaires, quant à elle, permet un suivi plus régulier et plus fréquent de la population. Elle a pour but de mettre en évidence des évolutions inter-annuelles de l'espèce en lien notamment avec la gestion mise en place sur le site.

Les conditions de mise en place de ces suivis se basent sur les recommandations précisées dans l'étude menée sur le site en 2016 (Demergès, 2017) et sur le référentiel technique sur le Fadet des laïches publié par le Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine dans le cadre de la déclinaison régionale aquitaine du Plan National d'Actions en faveur des Lépidoptères (Caubet *et al.*, 2019). L'Aquitaine constitue en effet le bastion le plus important pour l'espèce en France et en Europe occidentale. L'ensemble des éléments détaillés dans cette partie méthodologique sont grandement repris de ces deux documents.

Pour les deux protocoles, les suivis ont été réalisés au cours de journées ensoleillées ou faiblement nuageuses, avec un vent faible ou nul, favorables à la détection des papillons.

La température atmosphérique influence celle du corps des individus et par suite leur activité. Le soleil permet ainsi aux papillons de se réchauffer, de déployer leurs ailes et de se déplacer. L'ensemble des passages a ainsi été effectué entre 10h et 17h à des températures variant entre 16 et 30 °C. Aucun passage n'a été réalisé lorsque le temps était entièrement nuageux ou pluvieux.

Le vent influe également fortement sur les conditions de vol des lépidoptères. Il est impossible d'effectuer un comptage lorsque le vent souffle fort. Soit les papillons ne volent pas, soit ils se cantonnent dans des zones abritées et les résultats deviennent alors aberrants et non utilisables. L'ensemble des passages a ainsi été effectué par vent faible ou nul.

2.3.1. CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

Principe

La méthode de capture-marquage-recapture (CMR) consiste à capturer des individus présents sur un site, à les marquer afin de pouvoir les identifier individuellement par la suite et à les relâcher. Les individus marqués peuvent ainsi à nouveau se mélanger au reste de la population. En effectuant plusieurs passages sur un même site et en capturant les individus à nouveau rencontrés, il est possible de déterminer quels individus ont déjà été capturés lors des passages précédents et de

marquer les nouveaux individus. L'analyse des données ainsi obtenues (nombre d'individus, nombre de recaptures, localisation des individus,...) permet de fournir des informations précises sur les paramètres démographiques de la population étudiée. Il est ainsi possible d'étudier de manière fine plusieurs paramètres tels que la taille d'une population, le sex-ratio, la durée de vie des individus mais également la distribution spatiale des individus ou encore leurs déplacements.

La mise en place d'un protocole de CMR nécessite la validité de plusieurs postulats :

- la probabilité de capture doit être identique pour chaque individu.
- les individus doivent avoir au moins trois chances d'être capturés dans leur vie. Cette condition influence directement la fréquence des passages à réaliser au regard de la durée de vie de l'espèce étudiée.
- la population doit théoriquement être close (absence d'émigration et d'immigration avec les populations voisines, taux de natalité et de mortalité nuls). En pratique, cette condition ne peut pas être respectée et des méthodes statistiques permettent de compenser ces paramètres.
- le marquage ne doit pas affecter le comportement d'un individu, ni altérer sa survie.
- le marquage doit être permanent tout au long de la vie de l'individu et ne doit pas se dégrader au cours du temps.

La méthode de CMR permet d'obtenir des résultats robustes et d'effectuer des analyses statistiques poussées. Elle permet d'acquérir de nombreuses informations démographiques sur la population étudiée et notamment d'estimer sa taille. Dans le cas du Fadet des laïches, cette méthode est ainsi largement reconnue comme étant celle permettant d'étudier de la manière la plus fine possible la structure d'une population.

Elle présente néanmoins certains inconvénients au premier rang desquels des besoins humains importants. En effet, pour obtenir des données solides, le suivi doit être effectué sur l'ensemble de la période de vol de l'espèce ciblée et les passages suffisamment proches dans le temps pour permettre la recapture des individus précédemment marqués. Cela nécessite un investissement important de la part des opérateurs. Parmi les autres inconvénients, figure la nécessité de marquer et donc de manipuler les individus. Malgré toutes les précautions prises, cette manipulation peut impacter certains individus et leur survie. En corollaire, cette méthode n'est ainsi pas applicable à toutes les espèces, notamment parmi les lépidoptères. En effet, l'espèce suivie doit être suffisamment grande et robuste pour pouvoir être manipulée et marquée. Les espèces les plus fragiles et les plus petites, telles que certains lycènes ou hespérides, sont ainsi difficilement étudiables par cette méthode.

Méthodologie appliquée

Le Fadet des laïches étant protégé au niveau national, une demande de dérogation à des fins scientifiques pour la capture des individus a été adressée à la DREAL Occitanie avant le début de cette étude. Elle a conduit à la signature d'un arrêté préfectoral portant autorisation de déroger à la législation relative aux espèces protégées et permettant la capture des papillons dans le cadre de cette étude (arrêté préfectoral n°2020-s-11).

D'après les connaissances récoltées depuis plusieurs années, la période de vol du Fadet des laïches sur la tourbière de Lourdes s'étend sur environ un mois de fin juin à fin juillet, parfois début août certaines années. Pour être efficace, le suivi par CMR doit être réalisé sur l'ensemble de la période de vol du papillon. La durée de vie de l'espèce étant d'environ cinq jours, des passages réguliers tous les trois à quatre jours sont donc nécessaires pour espérer recontacter les individus marqués lors du passage précédent. A cette fréquence, huit passages permettent d'englober l'ensemble de la période de vol de l'espèce ; c'est d'ailleurs le nombre de passages recommandé dans la bibliographie pour obtenir des résultats robustes et exploitables.

En 2020, la première observation de l'espèce a été effectuée le 22 juin (E. Mansanné, comm. pers.). La région de Lourdes ayant été marquée par des épisodes orageux et des pluies entre le 25 et le 29 juin, le suivi a débuté le 30 juin. A partir de cette date, huit sessions de capture se sont succédées jusqu'au 22 juillet. Cette fréquence a permis de conserver un maximum de quatre jours entre deux sessions consécutives et ce tout au long du suivi. Afin de maintenir ce rythme de passage, une adaptation au jour le jour, notamment liée aux conditions météorologiques de Lourdes, a été nécessaire. Cela a permis d'effectuer les sessions dans les conditions les plus favorables possibles et ainsi de maximiser la probabilité de recapture des individus précédemment marqués.

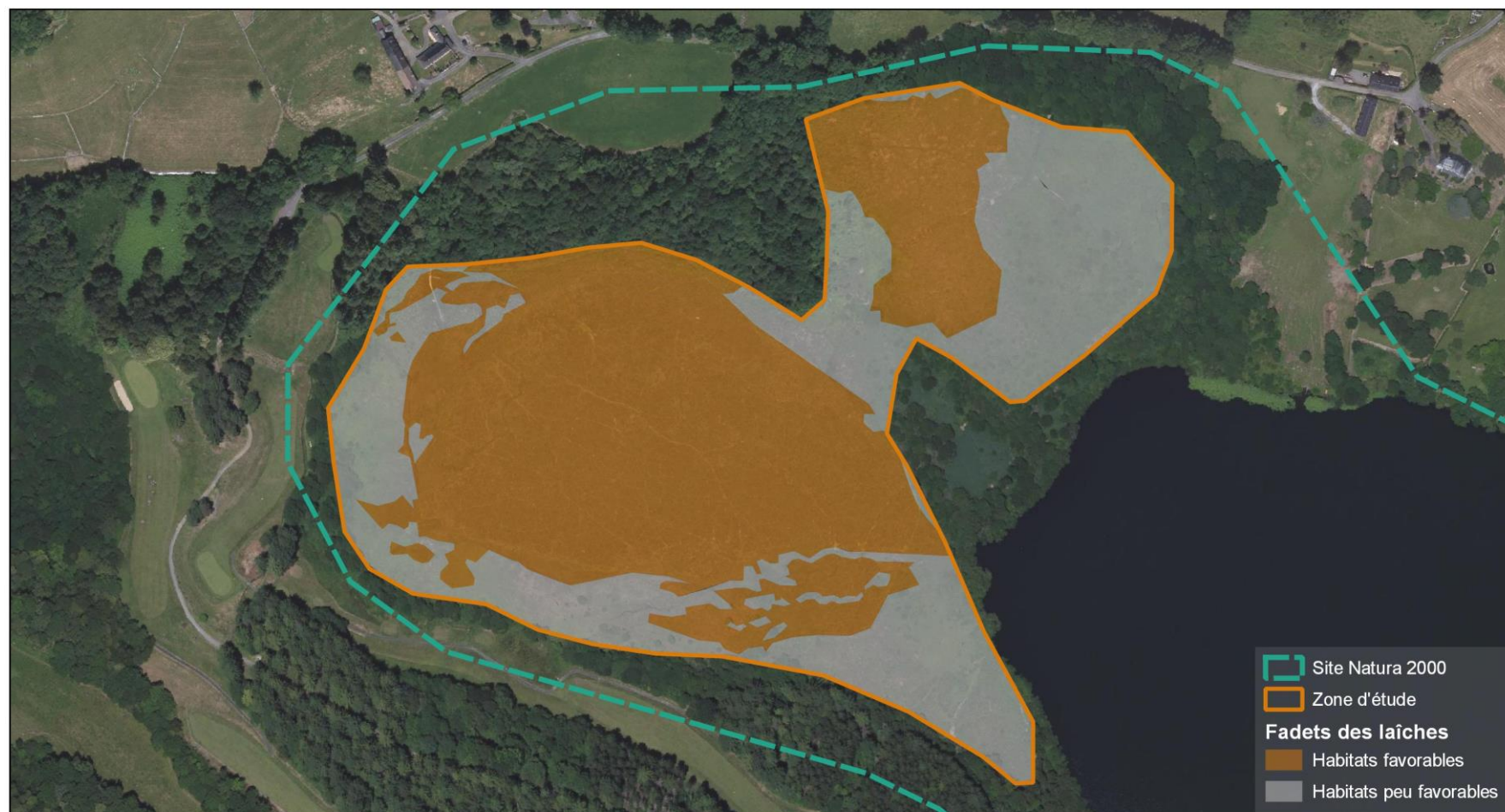
Afin de couvrir l'ensemble du site de manière efficace, les sessions ont été effectuées *a minima* en binôme. Cela permet en outre d'effectuer le marquage des individus et la saisie des informations (identification, genre, coordonnées,...) de manière simultanée. La durée de chaque session de capture a été d'environ quatre heures.

Date des sessions de capture et observateurs présents

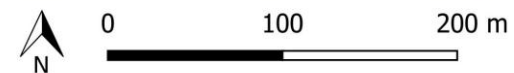
Session	Date	Observateurs
1	30 juin	B. Charlot (CEN MP) - C. Chiray (PLVG)
2	3 juillet	B. Charlot (CEN MP) - M. Braun (PLVG)
3	7 juillet	B. Charlot, E. Poncet, M. Briand (CEN MP) - M. Braun (PLVG)
4	9 juillet	B. Charlot, J. Roche, M. Briand (CEN MP) - M. Braun (PLVG)
5	13 juillet	B. Charlot, M. Briand (CEN MP)
6	16 juillet	S. Danflous, Lim M. (CEN MP) - M. Braun (PLVG)
7	19 juillet	S. Danflous (CEN MP) - E. Mansannée, M. Braun (PLVG)
8	22 juillet	S. Danflous, M. Briand (CEN MP) - M. Braun (PLVG)

En se basant sur les différentes études menées sur le site récemment (Parde, 2009 ; Parde, 2011 ; Parde, 2012 ; Demergès, 2016), les habitats favorables occupés par le Fadet des laïches sont les zones de tourbière haute active, les prairies humides à molinie et les bas-marais. A chaque session, l'intégralité de ces habitats a été parcourue de manière exhaustive et méthodique. Les autres habitats (cladiaies et saussaies marécageuses notamment), peu favorables à l'espèce, ont également été parcourus mais de manière moins systématique. L'ensemble des imagos de Fadet des laïches contactés ont été capturés à l'aide d'un filet entomologique.

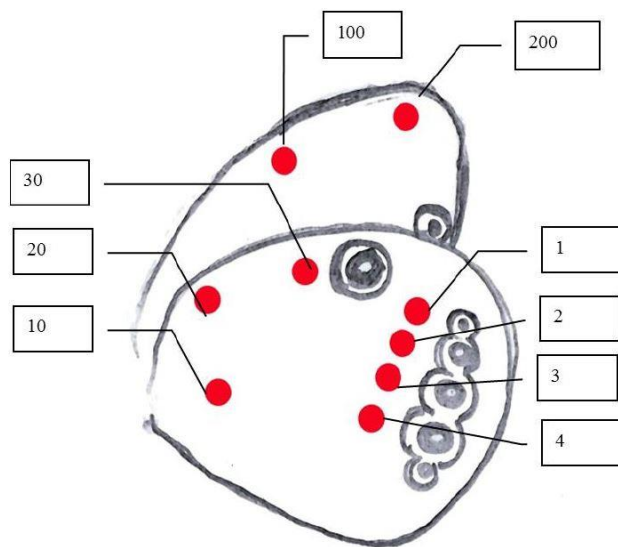
Zone d'étude : protocole de CMR



Cartographie ©CEN MP Charlot B. 2020 - Traitement QGIS 3.10.0
Source des données ©CEN MP 2020 ; AREMIP 2012 - Fond cartographique ©IGN Orthophotos 2019



S'il s'agit d'un nouvel individu, non capturé lors des sessions précédentes, il est marqué. Pour cela, le papillon est délicatement immobilisé avec une seule main au niveau du corps et de la base des ailes (la tête n'étant pas touchée). Des points sont alors apposés au revers des ailes à l'aide d'un feutre indélébile, ultra-fin et sans solvant. Cette technique permet un marquage relativement rapide et assez discret. On considère que ce marquage n'affecte pas la reconnaissance visuelle entre individus, celle-ci se faisant vraisemblablement sur les battements des ailes. Une fois marqué, l'individu est libéré le plus rapidement possible au point de capture afin de le perturber le moins possible. La disposition des points suit une codification précise rendant chaque marquage unique et permettant d'identifier individuellement les papillons.



Codification du marquage alaire des individus



Individu marqué © D. Demergès

S'il s'agit d'un individu déjà marqué, il est identifié à vue ou capturé et relâché immédiatement.

A chaque capture, plusieurs paramètres sont relevés sur une fiche de terrain (Annexe 3) :

- numéro de l'individu
- sexe de l'individu
- état de fraîcheur du papillon (1 : frais du jour avec les ailes presque molles ; 2 : frais, couleurs vives, pas de rayures ou d'écailles manquantes ; 3 : abîmé, couleurs passées, écailles manquantes, rayures ; 4 : très abîmé, papillon très frotté)
- comportement à la capture (au repos, en vol, en nourrissage, en accouplement)
- date et heure
- coordonnées géographiques

Analyse statistique

La méthode de CMR permet d'analyser certains paramètres d'une population grâce à différents modèles statistiques. Les modèles utilisés dépendent notamment des caractéristiques de la population étudiée (fermée ou ouverte) et des paramètres qui souhaitent être estimés (probabilité de capture, probabilité de survie, taille de la population,...).

Le modèle utilisé est repris de celui choisi en 2016 lors de la précédente mise en place du protocole de CMR sur le site (Demergès, 2017). Il s'agit du modèle POPAN. Ce modèle permet d'estimer les probabilités de capture, de survie et d'entrée de nouveaux individus entre chaque session ainsi que la taille de la population. Il présente l'avantage de pouvoir être utilisé dans le cas d'une population dite ouverte, *id est* avec des flux d'entrée et de sortie des individus entre chaque session. Les flux d'entrée correspondent à l'immigration et à la natalité et les flux de sortie à l'émigration et à la mortalité. D'après les connaissances sur l'espèce, la population de Lourdes est isolée et n'est pas connectée avec d'autres populations proches : l'immigration et l'émigration d'individus peuvent ainsi être considérées comme nulles dans le cas de cette étude.

Le modèle POPAN permet d'évaluer plusieurs paramètres :

- p : probabilité de capture d'un individu
- φ : probabilité de survie d'un individu
- p_{ent} : probabilité d'entrée d'un nouvel individu dans la population (correspondant ici aux émergences)
- N : taille de la population

La taille de la population est considérée comme fixe au cours du temps. En fixant les trois autres paramètres ou en les faisant varier selon le temps et/ou le genre des individus, on génère plusieurs modèles permettant d'estimer ces différents paramètres. A chaque modèle généré, un estimateur est calculé pour évaluer sa vraisemblance : le critère d'information d'Akaike (AIC). Cet estimateur numérique tient compte à la fois de la vraisemblance des résultats obtenus au regard des données récoltées et de la complexité du modèle, qui dépend du nombre de paramètres variables qu'il contient. L'objectif est de retenir le modèle avec l'AIC le plus faible qui correspond à celui expliquant le mieux les résultats obtenus en utilisant le moins de paramètres possibles : c'est le principe de parcimonie.

Le modèle retenu permet d'estimer les différents paramètres testés et notamment la taille de la population occupant le site.

L'ensemble de ces analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel MARK (version 9.0).

2.3.2. TRANSECTS LINEAIRES

Principe

La méthode des transects linéaires est basée sur la méthodologie du BMS (Butterfly Monitoring Scheme) mise en place en Angleterre dans les années 70. Elle a été réadaptée en France pour permettre de répondre aux objectifs d'évaluation de la gestion des espaces naturels et de pallier aux contraintes de disponibilité sur le terrain (Demergès & Bachelard, 2002).

Le suivi consiste en un comptage visuel des imagos le long d'un itinéraire fixe. Celui-ci peut être découpé en plusieurs transects et doit couvrir, si possible, l'ensemble des grandes unités écologiques caractérisant le site. Le choix des transects est déterminé par les habitats et la végétation, chaque transect devant être homogène du point de vue de ces groupements. Les transects sont cartographiés et doivent être facilement identifiables afin que le suivi puisse être effectué à l'identique d'année en année. Les transects définis sont parcourus régulièrement tout au long de la période d'apparition de l'espèce suivie ou tout au long des périodes printanières et estivales dans le cas de suivis visant les cortèges d'espèces. Les différentes espèces présentes le long de ces transects sont alors notées et dénombrées afin d'obtenir des abondances relatives.

La mise en place de ce protocole a principalement pour objectif de mettre en évidence des tendances évolutives de la population de Fadet des laïches par comparaisons inter-annuelles. Ce suivi peut également contribuer à évaluer et suivre l'état de conservation des milieux accueillant la population, notamment en lien avec la gestion menée, en utilisant l'espèce suivie (ou le cortège d'espèces) comme indicateur. Enfin, il permet de compléter la connaissance générale sur l'espèce sur le site de suivi.

La méthode des transects présente l'avantage d'être facile à mettre en place - la principale difficulté résidant dans l'identification des espèces. Elle peut ainsi être facilement reproductible par toute personne préalablement formée. Elle est également peu impactante pour les individus car elle ne nécessite pas leur capture (dans le cas d'espèces facilement identifiables comme c'est le cas du Fadet des laïches).

La relative simplicité de ce protocole implique quelques limites : il ne permet en effet pas d'obtenir une vision exhaustive de la population ou du cortège étudié. En effet, il ne permet pas de déterminer précisément la taille d'une population et est dépendant de la détectabilité des individus qui varie selon les espèces et selon différentes paramètres environnementaux et météorologiques. Enfin, le contact d'un minimum d'individus est nécessaire pour analyser de manière pertinente les résultats obtenus : un nombre trop faible d'individus permet difficilement d'effectuer des comparaisons entre les différentes années de suivi.

Méthodologie appliquée

Les transects suivis sur le site de Lourdes sont repris de ceux mis en place en 2016 par le CEN MP (Demergès, 2017) afin de pouvoir comparer les résultats obtenus chaque année. Ces transects avaient à l'époque été définis sur la base de transects plus anciens mis en place par le CEN MP et par l'Action Recherche Environnement Midi-Pyrénées (AREMIP) respectivement sur les zones nord et sud

de la tourbière de Lourdes. Au nombre de six, ces transects parcourent les différents habitats ouverts présents sur le site (tourbière, prairie humide, bas-marais, cladiaie,...).

Trois passages sont réalisés afin de couvrir l'ensemble de la période de vol du Fadet des laïches :

- fin juin-début juillet (début de période de vol)
- mi-juillet (pic de vol)
- fin juillet-début août (fin de période de vol)

A chaque passage, les transects sont parcourus lentement et tous les individus de Fadet des laïches situés dans une bande cinq mètres centrée sur le transect sont dénombrés. Le comptage s'applique exclusivement aux imagos. Il peut se poser alors le problème des doubles comptages : dans le cas où il n'y a pas de doute sur le passage multiple d'un individu, il ne sera noté que lors de son premier passage. Pour les espèces présentant de petits effectifs, comme c'est le cas pour le Fadet des laïches, et sachant que l'on avance régulièrement, ils sont très peu fréquents. La méthode d'échantillonnage restant identique, la marge d'erreur sera identique à chaque comptage, ce qui n'est pas déterminant puisque l'objectif est de mettre en évidence des tendances d'évolution des populations.

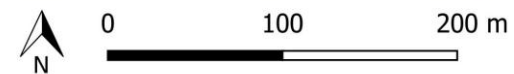
Analyse statistique

La méthode des transects linéaires permet le calcul d'un indice linéaire d'abondance. Cet indice correspond à une densité moyenne d'individus. Dans le cas du site de Lourdes, cet indice est calculé selon deux modalités : un indice global, comprenant l'ensemble des transects, et un indice par transect. Les transects suivis étant identiques d'année en année, ces indices servent de base comparative afin de mettre en évidence les éventuelles variations inter-annuelles de l'espèce sur le site. En revanche, ils ne correspondent pas à des densités globales et ne permettent pas d'estimer les effectifs de fadets présents sur le site.

Zone d'étude : transects linéaires



Cartographie ©CEN MP Charlot B. 2020 - Traitement QGIS 3.10.0
Source des données ©CEN MP 2020 - Fond cartographique ©IGN Orthophotos 2019



2.3.3. PROSPECTIONS HORS SITE NATURA 2000

Contexte

La quasi-totalité des observations de Fadet des laïches du site de Lourdes ont été réalisées sur la tourbière principale située intégralement dans l'emprise du site Natura 2000. Les suivis menés depuis plusieurs années sur l'espèce avaient toutefois mis en évidence la présence d'individus sur une petite zone tourbeuse située à l'ouest du site Natura 2000, en dehors de celui-ci. Une observation de fadet avait ainsi été effectuée en 2009 (Parde, 2009). Il n'avait, à l'époque, pas été déterminé s'il s'agissait d'un individu issu de cette zone ou d'un individu en dispersion à la recherche de nouveaux habitats à coloniser. D'après les données disponibles, l'espèce n'y a pas été revue depuis 2009.

Bien que de faible surface, la zone est potentiellement favorable au Fadet des laïches. L'objectif est de déterminer si l'espèce y est toujours présente et, le cas échéant, d'identifier si une sous-population pérenne y est présente.

Méthodologie appliquée

En 2020, cette zone a été parcourue à la recherche d'imagos de Fadet des laïches. Un passage a été réalisé à la mi-juillet, période ordinaire de pic de vol de l'espèce sur le reste de la zone d'étude. Effectué en parallèle d'un passage réalisé pour le protocole de CMR, cette recherche s'est faite au cours d'une journée faiblement nuageuse, avec un vent faible, favorable à la détection de l'espèce. En cas de présence, les individus de Fadet des laïches sont dénombrés, sexés et localisés. L'espèce étant relativement facile d'identification, les individus peuvent être déterminés en vol ou posés sur la végétation.

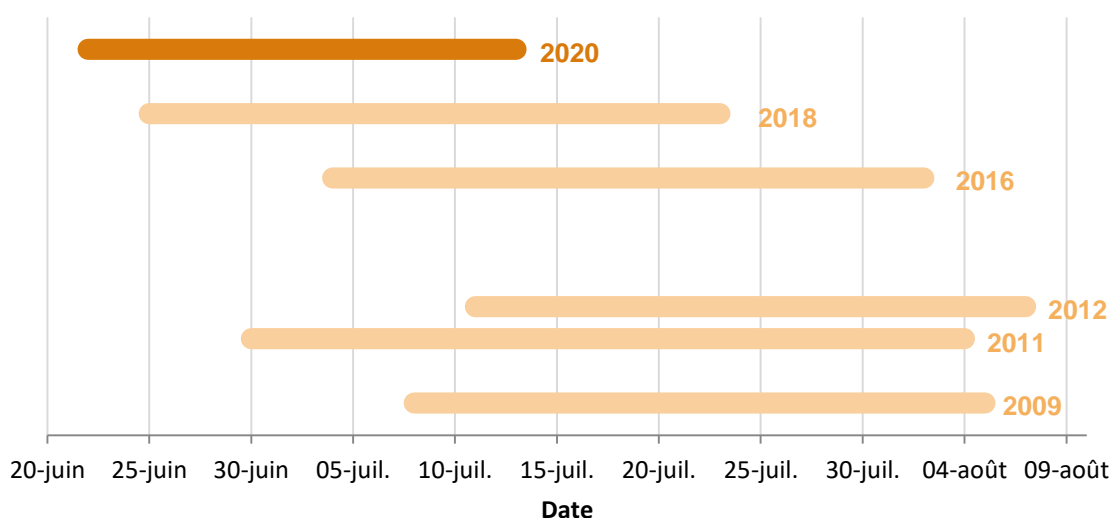
En parallèle de ces différents protocoles de suivi et inventaires, à chaque passage sur le site, les autres espèces de lépidoptères, notamment les espèces diurnes (rhopalocères et zygènes), ont également été identifiées à vue en vol ou par capture à l'aide d'un filet. D'autres groupes d'insectes, tels que les odonates ou les orthoptères, ont également été notés au cours de ces différents passages afin d'améliorer les connaissances sur la faune présente sur le site.

3. RESULTATS

Le printemps 2020 a été marqué des conditions météorologiques exceptionnelles avec des vagues de chaleur très précoces. Ce printemps 2020 est ainsi le second plus chaud enregistré en France depuis le début du XX^{ème} siècle dernier (source : Météo-France). Ces conditions inhabituelles ont entraîné un décalage phénologique du Fadet des laïches et ont fortement perturbé le déroulé des suivis programmés. Sur le site de Lourdes, cette précocité phénologique a semble-t-il été particulièrement marquée et le début de vol de l'espèce a été en bonne partie manqué lors des suivis qui avaient été programmés dans la période habituelle. Il est également possible que la durée de vol ait été raccourcie, entraînant les mêmes difficultés pour les suivis quoi qu'il en soit.

La période de vol de l'espèce sur la tourbière de Lourdes s'étend généralement sur l'ensemble du mois de juillet avec quelques observations ponctuelles à la fin du mois de juin et au début du mois d'août selon les années. D'après les différentes études réalisées sur l'espèce sur le site de Lourdes (Parde, 2009 ; Parde, 2011 ; Parde, 2012 ; Demergès, 2016 ; PLVG, 2018), le pic de vol du fadet sur la tourbière a toujours été centré sur la deuxième décennie de juillet.

En 2020, la première observation de Fadet des laïches sur le site de Lourdes a été effectuée le 22 juin (E. Mansanné, comm. pers.) et le dernier individu a été contacté le 13 juillet. Plusieurs passages réalisés sur la partie sud-est de la tourbière les 28 mai, 6 juin et 15 juin dans le cadre du suivi annuel de l'Agrion joli (*Coenagrion pulchellum*) n'ont pas permis d'observer de fadet en 2020 (S. Danflous, comm. pers.). L'absence de l'espèce sur cette partie de la tourbière, qui constitue pourtant un de ses noyaux principaux, laisse à supposer que les premiers individus n'avaient pas encore émergé à la date du 15 juin. Néanmoins, toute la tourbière n'a pas été parcourue lors de ces passages et on ne peut certifier que l'espèce n'y était pas déjà présente. Quant au pic de vol constaté de l'espèce, il a été observé à la toute fin du mois de juin. Il est là-encore possible que ce pic de vol ait été encore plus précoce cette année et antérieur à la date du premier passage effectué.



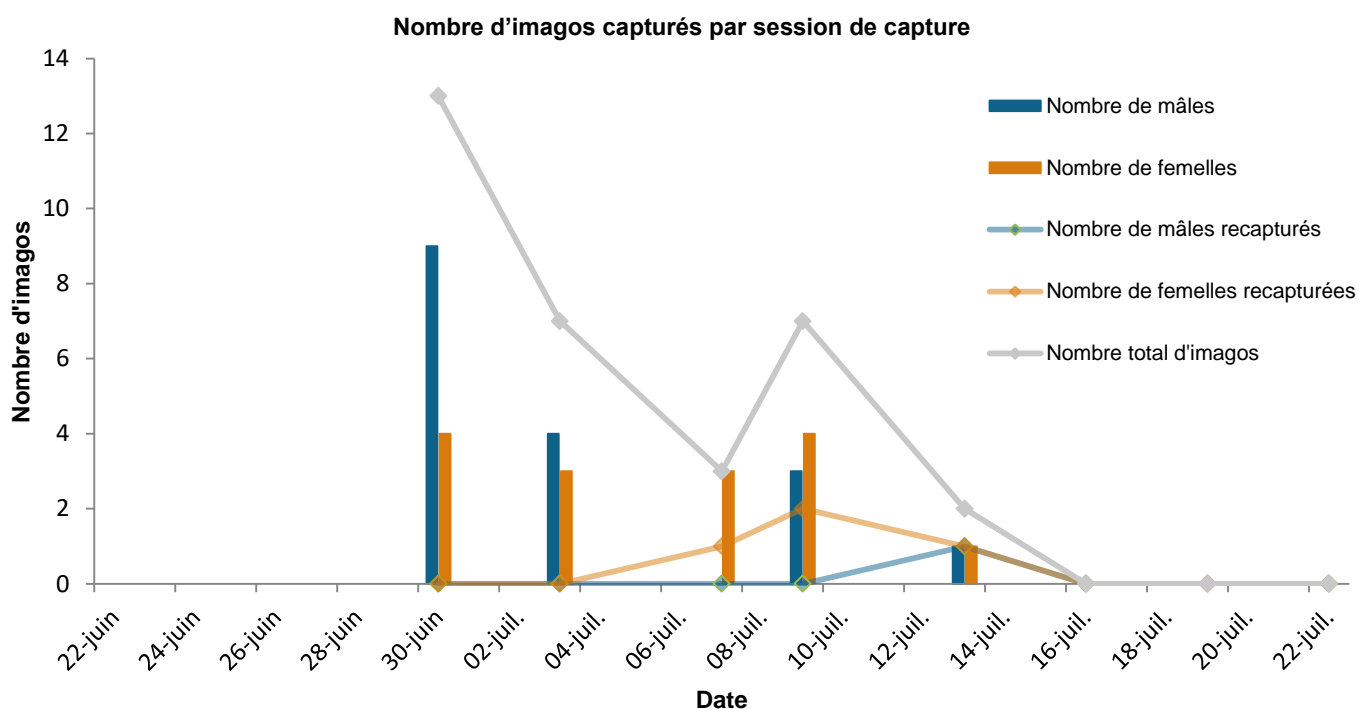
Phénologie du Fadet des laïches sur le site de Lourdes par année
sources : Parde, 2009 ; Parde, 2011 ; Parde, 2012 ; Demergès, 2017 ; PLVG, 2018

En comparaison, en 2020, l'espèce a été observée dès la fin mai dans les Landes de Gascogne et a cessé de voler avant le 15 juillet, soit une avance de plus de 10 jours par rapport à la moyenne des deux années précédentes.

Cette phénologie inhabituelle a largement impacté les résultats des différents suivis de l'espèce mis en place en 2020 sur la tourbière de Lourdes. Plusieurs d'entre eux n'ont ainsi donné que des résultats partiels (voire aucun résultat), notamment suite à la fin de vol très précoce de l'espèce.

3.1. CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

27 imagos de Fadet des lâches ont été capturés et marqués au cours des huit sessions de CMR réalisées entre le 30 juin et le 22 juillet. Parmi eux, cinq individus ont été recapturés lors d'une session ultérieure, soit un taux de recapture de 18,5 %. Près de la moitié des individus marqués l'ont été au cours de la première session réalisée le 30 juin. Notons également que la dernière observation effectuée sur le site cette année a été faite le 13 juillet, au cours de la cinquième session, et qu'aucun individu n'a été contacté lors des trois dernières sessions.



La quasi-totalité des individus contactés lors des différentes sessions de capture a été marquée. Seul un individu a été vu sans être capturé à cause du vent lors de la quatrième session effectuée le 9 juillet.

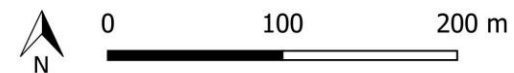
En dehors du protocole de CMR, une femelle marquée a également été contactée sur le site de Lourdes le 8 juillet (J. Lock, comm. pers.).

Le détail des individus contactés au cours de cette étude est fourni en annexe à ce rapport.

Localisation des individus capturés



Cartographie ©CEN MP Charlot B. 2020 - Traitement QGIS 3.10.0
Source des données ©CEN MP 2020 - Fond cartographique ©IGN Orthophotos 2019



📌 Sex-ratio

Quinze mâles et douze femelles ont été capturés au cours de cette étude, soit un sex-ratio de 1,25. Le taux de recapture est plus important chez les femelles (33,3 %, quatre) que chez les mâles (6,7 %, un seul individu recapturé).

📌 Durée de vie

Les individus recapturés ont, pour la plupart, été recapturés lors de la session suivant celle où ils ont été marqués, soit une durée de vie minimale variant entre deux et quatre jours. C'est notamment le cas de l'unique mâle recapturé quatre jours après sa première capture. La durée de vie maximale observée en 2020 est de dix jours chez une femelle marquée le 3 juillet et recapturée le 13 juillet.

📌 Habitats préférentiels

La distribution spatiale des individus capturés en 2020 est hétérogène sur le site. L'ensemble des captures ont été effectuées dans la partie sud de la tourbière et aucun individu n'a été contacté dans la partie nord du site. Au sein de la partie sud, la majorité des individus ont été contactés dans une petite zone au sud-est. Les autres captures ont été réalisées sur le pourtour de la tourbière haute active. La répartition entre les mâles et les femelles ne semble quant à elle pas montrer de différences.

En croisant ces localisations avec la cartographie des habitats du site réalisée par l'AREMIP en 2012, on observe que les individus occupent principalement deux types d'habitats :

- une zone de prairie à Molinie bleue, parsemée de quelques bouleaux, enclavée par la cladiaie située au sud-est du site.
- les zones de bas-marais à Rhynchospore blanc situées en périphérie de la tourbière principale et faisant office de transition entre la cladiaie et la tourbière haute active.



Prairie à molinie (à gauche) et bas-marais à rhynchospore (à droite), habitats favorables au Fadet des laïches

Aucun individu n'a été contacté dans la cladiaie, ni au cœur de la zone de tourbière haute. Il en est de même pour la partie nord, majoritairement constituée de prairies à molinie plus ou moins colonisées par les roseaux et les ligneux.



Prairies à molinie colonisées, partie nord de la tourbière, habitats peu favorables au Fadet des laïches

📌 Déplacements

Parmi les individus recapturés, les quatre femelles l'ont été à des distances faibles (entre 6 et 24 m) de l'endroit où elles ont été marquées et toutes dans la petite zone au sud-est de la tourbière. A titre d'exemple, la femelle ayant été recapturée dix jours après sa première capture l'a été à 23 m de sa position de marquage initiale. Le seul mâle recapturé a, quant à lui, été recontacté à 154 m de sa position de capture initiale. Les deux points de contact de cet individu sont en outre situés de part et d'autre de la zone de tourbière haute active. Enfin, la femelle contactée hors du protocole de CMR l'a été à une distance de 115 m de sa position de capture initiale. Contrairement au mâle, les deux points de contact de cette femelle sont situés du même « côté » de la tourbière au nord-ouest de celle-ci.

Aucun individu n'ayant été contacté dans la partie nord de la tourbière, toutes les informations sur les déplacements récoltées cette année concerne la partie sud du site. En particulier, aucune information concernant d'éventuels échanges d'individus entre les deux parties de la tourbière n'a pu être mise en lumière au cours de cette étude.

📌 Estimation de la taille de la population

Les résultats obtenus ont été traités à l'aide du modèle statistique POPAN. En faisant varier les différents paramètres, plusieurs modèles ont été testés. Le modèle retenu est celui possédant l'AIK le plus faible. Ce modèle (AIK = 87,22) est obtenu pour :

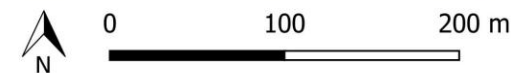
- une probabilité de capture p stable dans le temps mais dépendante du genre des individus
- une probabilité de survie ϕ variable dans le temps et indépendante du genre des individus
- une probabilité d'entrée d'un nouvel individu dans la population p_{ent} fixe

D'après ce modèle, la population de mâles du site est estimée à 80 (\pm 73) individus et la population de femelles est estimée à 30 (\pm 13) individus. Au total, ce modèle estime donc à 110 (\pm 86) le nombre d'individus constituant la population de Fadet des laïches de la tourbière de Lourdes en 2020. Considérant l'avance phénologique constatée cette année, cette estimation doit être considérée avec précaution, une partie significative de la population n'ayant probablement pas été contactée.

Déplacements des individus recapturés



Cartographie ©CEN MP Charlot B. 2020 - Traitement QGIS 3.10.0
Source des données ©CEN MP 2020 - Fond cartographique ©IGN Orthophotos 2019



3.2. TRANSECTS LINEAIRES

La mise en œuvre du protocole par transects linéaires a été très impactée par l'avance phénologique du fadet observé en 2020. Seul le premier passage a permis de contacter des imagos de Fadet des laïches avec cinq individus dénombrés, tous sur les transects de la partie sud de la tourbière (transects A, B et C). Aucun individu n'a été observé sur les transects situés dans la partie nord (transects D, E et F). De même, aucun individu n'a été observé lors des deuxièmes et troisièmes passages, effectués après la fin de la période de vol de l'espèce sur la tourbière en 2020.

Nombre d'imagos observés par transect et par passage en 2020

	Date	A	B	C	D	E	F	Total
P1	9 juillet	2	2	1	0	0	0	5
P2	16 juillet	0	0	0	0	0	0	0
P3	22 juillet	0	0	0	0	0	0	0

Au vu de ces résultats lacunaires, les indices linéaires d'abondance n'ont pas été calculés pour cette année 2020. Deux des trois passages prévus ayant des résultats nuls, ceux-ci ne peuvent pas être exploités, ni comparés avec ceux obtenus les années précédentes lors de la mise en place de ce protocole sur le site.

3.3. PROSPECTION HORS SITE NATURA 2000

Aucun individu de Fadet des laïches n'a été contacté lors du passage effectué sur la petite zone tourbeuse située à l'ouest du site Natura 2000.



Prairie tourbeuse située à l'ouest du site Natura 2000

Une partie de cette zone ouverte est envahie par les fougères. La partie prairiale, favorable au Fadet des laïches, est très réduite en surface et commence à être envahie par les ligneux.

4. DISCUSSION

Les suivis menés en 2020 sur le Fadet des laïches sur la tourbière de Lourdes n'ont permis de contacter que peu d'individus. Comme évoqué précédemment et comme constaté également pour l'ensemble des populations du sud-ouest de la France, la raison principale expliquant ces faibles résultats est de toute évidence un décalage ou un raccourcissement de la période de vol de l'espèce survenus cette année sur le site. Là où la période de vol de l'espèce est classiquement centrée sur le mois de juillet, avec un pic de vol pendant la deuxième décennie, le maximum d'individus contactés en 2020 a été observé à la fin du mois de juin. De plus, le dernier individu vu sur la tourbière l'a été le 13 juillet, soit au moment du pic de vol de l'espèce observé les années précédentes.

La période de vol de l'espèce est dépendante des conditions climatiques locales et annuelles. L'avancement de cette période de vol pourrait ainsi correspondre à l'hiver et au printemps particulièrement chauds survenus cette année. En effet, l'activité des chenilles est principalement régie par la température qui influence la reprise de leur activité au printemps. Selon des observations faites sur plusieurs sites aquitains, plus les mois de février, mars, avril et mai sont chauds et plus la date de première émergence du Fadet des laïches est précoce (Bertolini *et al.*, 2013). L'hiver et le printemps 2020 sont respectivement le premier et le deuxième plus chaud observés en France depuis le début du XX^{ème} siècle (source : Météo-France). Ces périodes de chaleur inhabituelles ont certainement eu pour conséquence d'avancer la reprise d'activité des chenilles et par suite la date d'émergence des imagos de Fadets des laïches de la tourbière de Lourdes. La phénologie de l'espèce constatée cette année sur la tourbière de Lourdes se rapproche ainsi de celle des populations aquitaines avec une période de vol davantage centrée sur le mois de juin et un pic de vol lors de la dernière décennie de juin, parfois tout début juillet (Caubet *et al.*, 2019). Ces populations sont soumises à des conditions atlantiques plus douces que celles, plus froides, du contexte montagnard de la tourbière de Lourdes.

Ce décalage phénologique a largement perturbé les suivis menés en 2020 puisque la période à laquelle ils ont été menés n'a, a priori, pas correspondu avec la réelle période de vol de l'espèce sur la tourbière. Aucun pic n'a notamment pu être clairement observé cette année : seulement treize individus ont été contactés au maximum en un seul passage, ce qui est nettement inférieur aux effectifs observés lors de suivis identiques menés en 2016 sur la tourbière au cours desquels plus d'une vingtaine d'individus ont été contactés lors de certains passages (Demergès, 2017). En considérant ce décalage phénologique, on peut ainsi supposer que le début de la période de vol n'a pas été couvert par les différents passages réalisés sur la tourbière en 2020 et qu'une partie des individus n'a pas été contactée. Ceci pourrait à la fois expliquer les faibles effectifs observés et la disparition très précoce des imagos sur la tourbière en comparaison des années précédentes où des papillons étaient régulièrement contactés jusqu'au début du mois d'août.

Les conditions climatiques inhabituelles pourraient également avoir eu un impact négatif sur le nombre d'individus ayant émergé cette année. Des variations inter-annuelles, liées à l'écologie et la biologie de l'espèce et/ou aux conditions météorologiques locales, ne peuvent non plus pas être écartées pour expliquer la faible quantité d'individus contactées.

Quel qu'en soit la ou les causes, les résultats obtenus lors des différents suivis menés en 2020 ne sont que partiellement exploitables. Il n'est ainsi pas possible d'effectuer des comparaisons

significatives avec les résultats obtenus lors de la mise en place de ces mêmes protocoles les années précédentes.

4.1. CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

Le protocole de capture-marquage-recapture n'a permis de capturer et de marquer que 27 individus de Fadet des laïches. Comme évoqué ci-avant, ce nombre est faible, notamment en comparaison des 58 individus marqués en 2016 via un protocole similaire (Demergès, 2017). Ce nombre reflète les effectifs volant sur la tourbière lors des sessions de capture puisque tous les individus contactés, à l'exception d'un seul, ont été capturés.

Le taux de recapture est en revanche plus important que celui obtenu en 2016 : cinq individus ont ainsi été recapturés, soit 18,5 % des individus marqués (13,8 % en 2016). Ce taux est similaire à celui obtenu sur d'autres études par CMR effectuées sur l'espèce dans différents pays européens qui varie entre 10 et 53 % selon les stations mais également selon la fréquence des sessions de recapture (Örvössy *et al.*, 2010 ; Šašić, 2010 ; Caubet *et al.*, 2019). Ce taux de recapture est considéré comme correct car supérieur à la limite de 10 % généralement utilisée comme seuil pour les protocoles de CMR. Il est à considérer en tenant compte de la mortalité et de la potentielle dispersion des individus entre les différentes sessions mais également de leur détectabilité qui est évaluée entre 26 et 36 % chez l'espèce selon Bertolini *et al.* (2013).

Pour considérer que ses résultats présentent une robustesse suffisante pour être analysés, une étude de CMR doit couvrir l'ensemble de la période de vol de l'espèce ciblée (dans le cas des lépidoptères) de l'espèce ciblée, de l'apparition des premiers individus jusqu'à la disparition des plus tardifs. Le faible nombre d'individus capturés et leur répartition au cours du temps semblent indiquer que cela n'a pas été le cas lors du suivi mené en 2020 sur la tourbière de Lourdes. Le décalage phénologique observé sur l'espèce a très probablement empêché la capture d'une partie des individus ayant volé sur la tourbière cette année, probablement en début de période de vol. Si cette proportion d'individus est difficilement estimable, elle est probablement relativement importante au regard des effectifs de fadets généralement observés sur la tourbière.

Les différents résultats obtenus cette année grâce au protocole de CMR ne sont ainsi que partiellement exploitables. Le biais lié à la phénologie particulière de l'espèce constatée cette année ne permet pas de réaliser des analyses statistiques solides. La mise en place de ce protocole a néanmoins permis d'affiner les connaissances concernant l'espèce sur le site de Lourdes.

Sex-ratio

Sur l'ensemble des individus capturés cette année, le sex-ratio est de 1,25. Pour rappel, il était équilibré en 2016. Ce déséquilibre en faveur des mâles est également observé sur d'autres populations de Fadet des laïches en France et en Europe pour lesquelles des sex-ratios variant entre 1 et 4 ont été relevés (Lhonoré, 1998 ; Celik, 2004 ; Bertolini *et al.*, 2013). Chez cette espèce, le nombre de mâles à l'émergence est généralement plus important que celui des femelles.

A noter que cette proportion de mâles pourrait être encore plus importante. En effet, en plus d'être plus nombreux que les femelles à l'émergence, les mâles de Fadet des laïches émergent généralement plus tôt que les femelles (Celik, 2004 ; Örvössy *et al.*, 2010). L'avance phénologique de 2020 a donc probablement davantage limité le nombre de mâles capturés et marqués que celui des femelles.

📌 Durée de vie

Le faible nombre d'individus recapturés ne permet pas d'analyser la durée de vie moyenne de l'espèce sur le site de Lourdes. En moyenne, elle est estimée à entre quatre et sept jours selon les études et les sites (Caubet *et al.*, 2019) et est plus importante chez les femelles que chez les mâles (Lhonoré, 1998 ; Örvössy *et al.*, 2010 ; Šašić, 2010).

La durée de vie maximale observée en 2020 est de dix jours pour une femelle ; elle était de onze jours pour un mâle en 2016. Dans une étude menée en Slovénie, un record de 25 jours a été atteint par une femelle (Celik, 2004).

📌 Habitats préférentiels

L'ensemble des Fadets des laïches contactés en 2020 sur la tourbière de Lourde l'ont été dans la partie sud du site, principalement dans la zone de prairie humide du sud-est du site mais également sur le pourtour de la tourbière haute active en zone de bas-marais. Cette hétérogénéité quant à la distribution spatiale de l'espèce sur la tourbière confirme les observations faites lors des derniers suivis (Parde, 2012 ; PLVG, 2018), notamment lors du premier protocole de CMR (Demergès, 2016).

Malgré un nombre plus faible d'individus capturés, la répartition de l'espèce sur le site est similaire à celle observée en 2016, avec un noyau principal situé au sud-est de la tourbière dans une zone de prairie dominée par les touradons de Molinie bleue avec quelques bouleaux disséminés. C'est dans cette zone que la majorité des recaptures a été effectuée. Ces recaptures n'ont concerné que des femelles qui semblent se cantonner à cette zone. La forte densité de Molinie bleue, principale plante-hôte de l'espèce, et la microtopographie induite par les touradons dans cette zone constituent des éléments favorables à la ponte du fadet et à son développement larvaire (Parde, 2014 ; Caubet *et al.*, 2019). Ces éléments laissent à penser que cette zone constitue une zone privilégiée de reproduction pour l'espèce sur le site. Des mâles ont également été capturés dans cette zone bien qu'aucun d'entre eux n'y ait été recapturé.

Les habitats observés sur cette partie du site semblent actuellement favorables au Fadet des laïches. Toutefois, les observations faites ces dernières années sur cette partie de la tourbière lors du suivi de l'Agriion joli (*C. pulchellum*) semblent indiquer que la zone est en voie d'assèchement. Ces suivis, ciblés sur l'unique station midi-pyrénéenne de cette espèce d'odonates menacée, ont montré la quasi-disparition de l'espèce de cette zone où elle était autrefois abondante. L'impact d'un facteur abiotique commune (hydrologie,...) a peut-être impacté l'abondance des deux espèces sur cette zone.

En dehors de ce noyau, les autres individus capturés semblent se répartir en périphérie de la tourbière haute active sur les franges de bas-marais à Rhynchospora blanc. Là-encore, mâles et femelles ont été observés sur les mêmes secteurs sans différence apparente. Ces zones de transition entre cladiaie et tourbière haute active montrent une structuration hétérogène de la végétation qui semble favorable au Fadet des laïches.

Ces deux types d'habitats correspondent à ceux classiquement connus pour l'espèce qui occupe essentiellement des habitats ouverts humides, généralement dominés par la Molinie bleue. La présence d'une strate arbustive basse, voire arborée éparse, avec un faible recouvrement semble favoriser l'espèce car cette structuration hétérogène de l'habitat fournit des zones refuges contre les conditions microclimatiques ou les prédateurs (Parde, 2014 ; Caubet *et al.*, 2019).

Pour ce qui est de la partie nord de la tourbière, aucun individu de Fadet des laïches n'y a été observé en 2020. Ce résultat semble confirmer la tendance récente de l'espèce dans cette zone. Le fadet y était bien présent jusqu'en 2012 dans des densités similaires, voire supérieures, à celles des zones favorables de la partie sud (Parde, 2009 ; Parde, 2012). Depuis, la présence de l'espèce n'y est notée que de manière ponctuelle : deux individus en 2016 (Demergès, 2017), trois en 2018 (PLVG, 2018), aucun en 2020. L'évolution de la végétation et la fermeture des habitats ouverts sont probablement les éléments responsables de cette diminution de l'espèce sur la zone. En effet, cette zone semble concernée par un développement de la végétation, notamment des ligneux, qui, en excès, est défavorable au Fadet des laïches. En plus de la modification du cortège végétal et donc de l'habitat, le développement des strates arbustives et ligneuses conduit à une augmentation de la hauteur de la végétation qui est également considérée par plusieurs auteurs comme défavorable à l'espèce (Lhonoré, 1998 ; Celik *et al.*, 2014). Tous ces éléments conduisent à une réduction de la surface d'habitats favorables au Fadet des laïches dans cette partie de la tourbière.

Les causes à l'origine de cette évolution de l'habitat ne sont pour l'heure pas clairement établies. Si la tendance naturelle d'un habitat ouvert est à la fermeture et à la colonisation par les strates arbustives puis arborées, l'évolution observée sur la partie nord de la tourbière de Lourdes pourrait également être accélérée par d'autres facteurs parmi lesquels l'assèchement constitue une hypothèse envisageable. Des perturbations hydrologiques peuvent ainsi être à l'origine d'un changement rapide des milieux. Une étude hydrogéologique récente menée sur le site de Lourdes montre des niveaux d'eau légèrement plus hauts et une conductivité nettement plus importante sur cette partie nord de la tourbière en comparaison de la zone sud (CETRA, 2019). Aucun élément n'est avancé pour expliquer ces différences. Une meilleure compréhension du fonctionnement du site, notamment d'un point de vue hydrologique, semble donc importante pour comprendre l'évolution récente des habitats de cette partie nord de la tourbière en lien avec les exigences écologiques du Fadet des laïches.

A l'heure actuelle, afin de limiter cette évolution de la végétation et notamment conserver des habitats favorables au Fadet des laïches, une gestion par pâturage a été mise en place il y a quelques années sur cette partie de la tourbière. Elle doit permettre de retrouver des habitats ouverts de type prairiaux. Les effets de cette gestion ne transparaissent pas pour le moment dans les suivis effectués sur le fadet qui n'a pas été observé en 2020 dans cette zone où il était historiquement présent. Toutefois, cette gestion est récente et régulièrement adaptée et il faudra probablement quelques années pour observer les premiers effets sur les effectifs de fadet. Notons également que les

résultats particuliers constatés cette année pour l'espèce faussent en partie les observations et ne permettent pas de conclure à son absence certaine.

📌 Déplacements

Le faible nombre d'individus recapturés n'a permis d'obtenir que peu de données sur les déplacements des individus : la majorité des recaptures a concerné des femelles recontactées à quelques dizaines de mètres de leur position de capture initiale, essentiellement dans la zone au sud-est de la tourbière. Un mâle et une femelle ont également été recapturés en périphérie de la tourbière principale à des distances respectivement de 154 et 115 mètres.

Ces quelques informations confirment les observations déjà réalisées en 2016 sur la tourbière de Lourdes ainsi que sur d'autres sites en Europe où l'espèce est présente : les femelles volent beaucoup moins et sont beaucoup plus sédentaires que les mâles, ne s'éloignant pas des zones de reproduction (Celik, 2004 ; Bertolini *et al.*, 2013). Les mâles, sans être de grands voyageurs, sont beaucoup plus mobiles. On retrouve ce résultat dans l'unique recapture de mâle effectuée en 2020 sur le site : capturé au sud-est de la tourbière, cet individu a été recapturé en limite nord de la tourbière principale, en lisière de la cladiaie ; ce résultat corrobore le fait que les mâles soient capables de traverser la tourbière beaucoup plus facilement que les femelles (Parde, 2014 ; Demergès, 2017). Une femelle a néanmoins été recontactée à une distance d'une centaine de mètres de sa position de capture, preuve qu'elles peuvent également parcourir des distances plus importantes, élément essentiel à la dispersion de l'espèce et à la (re)colonisation d'habitats favorables proches.

Aucun individu n'ayant été capturé ou observé dans la partie nord de la tourbière, il n'est pas possible de déterminer si des échanges ont eu lieu cette année entre les parties nord et sud de la tourbière sur la base des résultats obtenus. Les deux zones sont très proches et la distance les séparant (moins d'une centaine de mètres) n'est pas un frein pour la dispersion des individus comme l'indique la recapture déjà évoquée de deux individus à des distances similaires. La connexion effective entre ces deux zones est ainsi davantage liée à la perméabilité du milieu séparant ces deux zones vis-à-vis du Fadet des laïches. Les deux parties de la tourbière sont séparées par une zone de cladiaie. L'observation ponctuelle d'individus dans cet habitat (Parde, 2009 ; PLVG, 2018) laisse à penser qu'il ne constitue pas une barrière infranchissable pour le Fadet des laïches. Néanmoins, bien que cité comme un habitat potentiel de l'espèce (Caubet *et al.*, 2019), il ne lui semble pas favorable sur le site de Lourdes. Bien que non parcouru de manière exhaustive, aucune observation n'a été réalisée au sein de cette habitat cette année et une seule l'avait été lors de la précédente CMR en 2016.

Toutefois, si cet habitat semble perméable pour le Fadet des laïches, sa hauteur pourrait constituer une limite pour le déplacement et la dispersion des individus. En effet, d'après des observations faites en Aquitaine, si l'espèce peut voler jusqu'à 2,40 m de hauteur elle monte rarement au dessus de 2 m (Bertolini *et al.*, 2013). A partir d'une certaine hauteur, la cladiaie, habitat relativement dense en végétation, peut ainsi potentiellement constituer une barrière infranchissable pour le papillon. Ce risque est encore plus marqué avec les roselières à *Phragmites australis* qui sont beaucoup plus hautes que celles à *Cladium mariscus*.

Sur le site de Lourdes, si la zone de cladiaie séparant les zones nord et sud n'entrave pas totalement les déplacements du fadet, elle les limite probablement. Comme évoqué dans l'étude de 2016, le maintien d'un couloir de déplacement au sein de cet habitat permettrait de favoriser les flux entre les deux parties du site dans un objectif de fournir au fadet la plus grande surface d'habitats favorables possible au regard de la taille réduite du site.

📌 Estimation de la taille de la population

Les résultats obtenus en 2020 et le modèle statistique retenu estiment la population de Fadet des laïches de la tourbière de Lourdes à 110 individus (± 86). Néanmoins, comme le montre l'importante valeur de l'écart-type, cette estimation n'est pas exploitable. En effet, pour permettre une analyse statistique robuste, le protocole de CMR doit couvrir l'ensemble de la période de vol de l'espèce. Au vu des résultats obtenus, ce postulat de départ, indispensable à une analyse scientifiquement valide, n'est pas rempli.

Les passages trop tardifs réalisés dans le cadre de ce protocole de CMR, conséquences du décalage phénologique déjà évoqué, n'ont très certainement pas permis de contacter une part significative des individus. Il est ainsi fort probable que l'analyse des données sous-estime la taille de la population occupant le site de Lourdes, notamment le nombre de mâles, qui émergent généralement avant les femelles.

Aucune comparaison ne peut ainsi être effectuée avec les résultats obtenus en 2016 qui estimaient à environ 300 individus la taille de la population de Fadet des laïches de la tourbière de Lourdes. En particulier, les résultats obtenus en 2020 ne permettent pas de conclure à une diminution de cette population.

4.2. TRANSECTS LINEAIRES

Le protocole de suivi par transects linéaires n'a pas permis d'obtenir de résultats exploitables en 2020 sur la tourbière de Lourdes. En lien avec l'avance phénologique de l'espèce constatée cette année sur le site, le premier passage, réalisé début juillet et qui devait correspondre au début de la période de vol de l'espèce, s'est avéré coïncider avec la fin de sa période de vol. L'espèce ayant fini de voler, les deux autres passages n'ont donné aucun résultat.

Avec seulement un des trois passages prévus ayant permis de contacter l'espèce, le calcul des indices linéaires d'abondance n'a pas été effectué puisqu'ils n'auraient pas été représentatifs de la densité de Fadet des laïches présents cette année sur la tourbière. Pour la même raison, aucune comparaison n'aurait été possible avec les suivis effectués les années précédentes afin de mettre en évidence l'évolution de l'espèce, notamment au regard de la gestion menée sur le site.

4.3. PROSPECTION HORS SITE NATURA 2000

La prospection effectuée cette année sur la petite zone tourbeuse située à l'ouest du site Natura 2000 n'a pas permis de contacter le Fadet des laïches. Réalisée à la mi-juillet, elle devait correspondre au pic de vol de l'espèce afin de maximiser la détectabilité des individus en cas de présence. Malheureusement, en raison du décalage phénologique observé chez l'espèce cette année, le passage a été réalisé à la toute fin de sa période de vol. Ce constat ne permet ainsi pas de certifier que l'espèce est réellement absente de cette zone.

Anciennement observé sur cette zone, le Fadet des laïches n'y a pas été revu depuis 2009 (Parde, 2009). La zone est potentiellement toujours favorable à l'espèce puisqu'elle est constituée d'une prairie humide à végétation haute. Cette zone est toutefois isolée de la tourbière principale et, bien que située à seulement 200 m de l'extrémité nord-ouest de celle-ci, elle demanderait aux individus de traverser des habitats défavorables, notamment des petits boisements. De plus, le Fadet de laïches possède des capacités de dispersion généralement limitées bien que certains individus puissent franchir des distances honorables (jusqu'à 2 607 m pour un mâle et 771 m pour une femelle d'après Bertolini *et al.*, 2013). Tous ces éléments minimisent mais ne rendent pas impossible la probabilité de recolonisation de cette zone par l'espèce et la présence d'individus isolés en dispersion y est potentielle. La réalisation de nouveaux passages sur cette zone pendant les prochaines années, au moment du pic de vol de l'espèce, devraient permettre d'y vérifier sa présence.

4.4. ETAT DE CONSERVATION

L'état de conservation du Fadet des laïches sur le site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes avait été évalué comme « Défavorable-mauvais » en 2016 (Demergès, 2017). Cette évaluation se base sur différents critères : aire de répartition de l'espèce et situation du site, état et évolution de la population, état et évolution des habitats de l'espèce et perspectives futures.

Parmi les paramètres ayant conduit à cette évaluation, certains sont intrinsèques au site et à sa situation, notamment vis-à-vis de la répartition connue de l'espèce : surface d'occupation réduite, localisation en limite d'aire de répartition de l'espèce, isolement avec les populations les plus proches. Aucune nouvelle population de l'espèce n'étant connue à ce jour à proximité (ni même dans la région), ces paramètres sont toujours valables à l'heure actuelle.

Concernant l'évolution de la population, les résultats obtenus au cours de cette étude ne permettent pas une comparaison directe avec ceux de 2016. Bien que non estimée cette année, la taille de la population demeure quoi qu'il en soit relativement faible. Couplée à l'isolement du site, cela constitue un facteur de menace pour la population qui, en cas de déclin, ne pourrait *a priori* pas être soutenue par une immigration d'individus issus de populations voisines.

Enfin, la répartition de l'espèce sur le site semble évoluer depuis quelques années avec l'essentiel des individus (voire la totalité en 2020) contactés sur la partie sud de la tourbière. On observe ainsi une diminution des effectifs dans la partie nord de la tourbière. Cette baisse est probablement à relier à l'évolution des habitats de cette partie du site qui se referment depuis quelques années et deviennent moins favorables au papillon. Cette fermeture des habitats a pour conséquence de diminuer la surface d'habitats favorables et constitue toujours une menace croissante pour la survie de l'espèce sur le site.

La gestion mise en place, en particulier sur la partie nord de la tourbière, doit, à terme, permettre de retrouver des habitats favorables au Fadet des laïches. Cette gestion constitue un élément favorable pour le maintien de l'espèce mais elle demeure récente et les suivis devront être poursuivis afin d'évaluer ses effets dans le temps.

Tous ces éléments convergent vers une évaluation identique de l'état de conservation du Fadet des laïches sur le site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes qui demeure « Défavorable-mauvais ».

4.5. PERSPECTIVES

Les conditions particulières de cette année 2020 et le décalage phénologique qu'elles semblent avoir engendré chez la population de Fadet des laïches de la tourbière de Lourdes ont largement perturbé les résultats obtenus via les différents protocoles mis en place pour suivre l'espèce. Les données issues du protocole de CMR ne sont ainsi que partiellement exploitables alors que le suivi par transects linéaires n'a pas pu être mené à son terme à cause de la fin de vol exceptionnellement précoce de l'espèce sur le site cette année.

Afin d'affiner les futures périodes de suivi, notamment en cas de reconduction du protocole de CMR, il conviendra d'identifier si la phénologie particulière du Fadet des laïches observée en 2020 sur la tourbière n'était qu'un épisode ponctuel, consécutif à l'hiver et au printemps particulièrement chauds survenus cette année, ou s'il s'agit d'une réelle modification de l'écologie de l'espèce sur le site. Afin de répondre à cette question, et en se basant à la fois sur les observations faites cette année et sur les périodes de vol des populations aquitaines proches, une surveillance de la tourbière dès le début du mois de juin semble pertinente afin de détecter le plus précisément possible la date d'apparition de l'espèce sur la tourbière chaque année.

A partir de cette date, une reconduction du suivi par transects linéaires chaque année nous semble importante. La périodicité annuelle permet de limiter l'impact des variations météorologiques sur les résultats obtenus. En outre, elle autorise une analyse plus fine de ces suivis : évolution de la population au cours du temps, impact de la gestion,... Ce protocole ayant pour avantage sa simplicité de réalisation, un passage par semaine tout au long de la période de vol du Fadet des laïches sur la tourbière (soit trois ou quatre passages selon les années) serait idéalement à envisager.

Concernant le protocole de CMR, il est conseillé de le renouveler tous les trois à cinq ans afin de mettre en évidence les évolutions des caractéristiques de la population étudiée (taille de la population, répartition spatiale, déplacements notamment). Cependant en cas de diminution de plus de 20 % de la population ou d'évènement marquant, il est recommandé de renouveler le suivi par CRM dès l'année suivante (Celik, 2009). Le décalage de la période du vol observé en 2020 est sans aucun doute un évènement marquant pour la population de Fadet des laïches de Lourdes. En conséquence, un renouvellement anticipé du protocole de CMR est souhaitable, notamment pour vérifier si la population ne subit pas une baisse significative en lien avec l'évolution des habitats et les changements climatiques. Pour cela, il sera nécessaire d'identifier comment évolue précisément la phénologie de l'espèce sur le site en amont d'une nouvelle mise en place du protocole.

Pour les prospections sur la petite enclave située hors site Natura 2000, un ou deux passages annuels, au moment du pic de vol de l'espèce, pendant quelques années permettront d'identifier si le fadet y est présent ou non. Ces passages pourront être réalisés en parallèle du suivi par transects linéaire effectué sur la tourbière principale.

Enfin, une analyse diachronique des environs proches de la tourbière de Lourdes pourra être envisagée. L'objectif serait d'identifier des zones potentiellement favorables au Fadet des laïches, sur la base des photographies aériennes historiques et récentes, afin de caractériser le niveau d'isolement de la population de Lourdes et de vérifier les opportunités de reconnections éventuelles le cas échéant.

5. CONCLUSION

Le suivi de la population de Fadet des laïches mené sur le site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes en 2020 a conduit à des résultats contrastés. Les conditions exceptionnellement chaudes de l'hiver et du printemps derniers semblent avoir induit une avancée phénologique importante de l'espèce sur le site, avec une période de vol décalée de plusieurs jours (voire quelques semaines) par rapport à celle habituellement observée. Ce décalage a eu un impact important sur les résultats obtenus au cours des différents suivis mis en place sur le site cette année.

Le protocole de capture-marquage-recapture n'ayant pas été réalisé sur l'ensemble de la période de vol de l'espèce, le nombre d'individus capturés a été faible et certains paramètres, tels que la taille de la population, n'ont pas pu être estimés et comparés à ceux obtenus lors des années précédentes. La répartition des individus semble malgré tout similaire à celle observée les années précédentes, avec un noyau principal localisé dans une zone prairiale, riche en molinie, située au sud-est de la partie sud de la tourbière et le reste des individus contacté en zone de bas-marais en périphérie de la tourbière haute active. Quant à l'absence d'individus dans la partie nord de la tourbière, elle confirme la tendance des dernières années qui montrait une diminution de la densité de population probablement liée à l'évolution des habitats. Les quelques individus recapturés ont permis de confirmer que les femelles restent très sédentaires au niveau des habitats les plus favorables alors que le seul mâle recapturé a montré une capacité de dispersion plus importante.

Le protocole de suivi par transects linéaires n'a, quant à lui, pas pu être exploité en totalité, également suite au décalage de la période de vol de l'espèce ; les résultats n'ont ainsi pas pu être analysés et comparés avec les années précédentes. Il en est de même pour la prospection de l'enclave tourbeuse, située à l'ouest du site Natura 2000 et où l'espèce était anciennement observée, qui n'a pas permis de contacter l'espèce cette année.

Il nous semble nécessaire de déterminer, dès 2021, si ce décalage de la phénologie de l'espèce est ponctuel ou s'il s'agit d'une tendance amenée à se poursuivre avec les évolutions climatiques en cours. Une attention particulière devra être portée sur la date d'apparition de l'espèce sur le site et sur celle du pic de vol. La poursuite du suivi par transects linéaires avec une fréquence annuelle nous semble particulièrement importante pour permettre d'identifier à la fois une évolution quant à la phénologie de l'espèce et quant à sa répartition sur les différentes parties de la tourbière, notamment en lien avec la gestion menée. Considérant la tendance à la diminution de la répartition de l'espèce sur le site et de ses habitats de prédilection, il semble également nécessaire de reproduire précocement une campagne de CMR dans l'objectif de vérifier notamment la taille de population et de proposer au plus tôt des ajustements ou de nouvelles mesures de conservation.

Enfin, au vu des résultats obtenus et des conditions particulières survenues cette année, il est difficile de conclure sur l'état de conservation du Fadet des laïches sur le site Natura 2000 Tourbière et lac de Lourdes, qui, en l'état actuel des connaissances, demeure « Défavorable-mauvais ».



Fadet des laïches © B. Charlot

BIBLIOGRAPHIE

- Amidev, 2014. Evaluation du document d'objectifs du site « Tourbière et lac de Lourdes ». Rapport. 128 p. + annexes.
- Bertolini A., Leclere M., Le Moal T., Robinet C. & Soulet D., 2013. Programme régional « Amélioration des connaissances et conservation de 5 espèces de papillons diurnes menacés des zones humides en Aquitaine » - section B-1 Fadet des laïches. Bilan de la phase initiale du programme (octobre 2010 - mars 2013). Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine. 480 pages + annexes.
- Biotope, 2007. Document d'Objectifs de la Zone Spéciale de Conservation « Tourbière et lac de Lourdes » - Site FR7300936. Rapport. 162 p. + annexes.
- Caubet S., Gourvil P.-Y. et Soulet D., 2019. *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) – Fadet des Laïches, Oedippe. Référentiel technique du Plan Régional d'Actions en faveur des Lépidoptères d'Aquitaine. 35 p.
- Celik T., 2004. Population dynamics of endangered species *Coenonympha oedippus* Fabricius, 1787 (Lepidoptera: Satyridae) on the Ljubljansko Barje (Slovenia). *Acta Entomologica Slovenica* **12** (1) : 99-114.
- Celik T., 2009. The status of populations and habitats and recommendations for monitoring of threatened species False Ringlet (*Coenonympha oedippus*), Snake's Head Fritillary (*Fritillaria meleagris*) and Loesel's twayblade (*Liparis loeselii*) on Ljubljansko barje. Rapport. 67 p.
- Celik T., Bräu M., Bonelli S., Cerrato C., Vreš B., Balletto E., Stettmer C. & Dolek M., 2014. Winter-green host-plants, litter quantity and vegetation structure are key determinants of habitat quality for *Coenonympha oedippus* in Europe. *Journal of Insect Conservation*. **19** : 359-375.
- CETRA, 2019. Etude du fonctionnement hydrogéologique et de la qualité des eaux du site Natura 2000 « Tourbière et lac de Lourdes ». Rapport. 74 p. + annexes.
- Demergès D. (coord), 2015. Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des maculinea et autres espèces menacées – Midi-Pyrénées – 2014-2018. CEN Midi-Pyrénées – DREAL Midi-Pyrénées. 109 p. + annexe.
- Demergès D., 2017. Caractérisation de l'état de conservation du Fadet des laïches (*Coenonympha oedippus*) sur le site Natura 2000 « tourbière et lac de Lourdes » (65). – 2016. Rapport d'expertise. Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées. 24 p. + annexes.
- Demergès D. & Bachelard P., 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les réserves naturelles. Réserves Naturelles de France, OPIE Languedoc-Roussillon. 29 p. + annexes.
- Lafranchis T., 2000. Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 448 p.

Lhonoré J., 1998. Biologie, écologie et répartition de quatre espèces de Lépidoptères Rhopalocères protégés (*Lycaenidae*, *Satyridae*) dans l'ouest de la France – volume 2. Office pour la Protection des Insectes et de leur Environnement. Rapport d'étude. 105 p. + annexes

Louboutin B., Jaulin S., Charlot B., Danflous S. (coord.), 2019. Liste Rouge des Lépidoptères Rhopalocères et Zygènes d'Occitanie. Rapport d'évaluation. OPIE, CEN MP & CEN LR, Montferrier / Lez. 306 p. + annexes.

Örvössy N., Vozár A., Körösi A., Batáry P. & Peregovits L., 2010. Structure and size of a threatened population of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Hungary. *Oedippus* **26** : 31-37.

Parde J.-M., 2009. Suivi du Fadet des laïches *Coenonympha oedippus* sur la tourbière de Lourdes : année 2009. AREMIP/Ville de Lourdes. Rapport. 15 p.

Parde J.-M., 2011. Suivi du Fadet des laïches *Coenonympha oedippus* sur la tourbière de Lourdes : année 2011. AREMIP/Ville de Lourdes. Rapport. 18 p.

Parde J.-M., 2012. Suivi du Fadet des laïches *Coenonympha oedippus* sur la tourbière de Lourdes : année 2012. AREMIP/Ville de Lourdes. Rapport. 16 p.

Parde J.-M., 2014. Etude du comportement de ponte et de la reproduction du Fadet des laïches (*Coenonympha oedippus*) sur la tourbière de Lourdes – été 2014. AREMIP. Rapport. 14 p.

Philippe X., 1858. Catalogue méthodique des Lépidoptères d'Europe observés dans les Hautes Pyrénées. Bulletin de la Société Académique Des Hautes-Pyrénées. **5** : 253–280. Tarbes.

PLVG, 2018. Résultats du suivi Fadet des laïches 2018. Note de suivi. 2 p.

Šašić M., 2010. False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Croatia: current status, population dynamics and conservation management. *Oedippus* **26** : 16-19.

Van Swaay C., Cuttelod A., Collins S., Maes D., López Munguira M., Šašić M., Settele J., Verovnik R., Verstrael T., Warren M., Wiemers M. and Wynhof I., 2010. European Red List of Butterflies. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 26 p. + annexes.

UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2012. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Paris, France.

ANNEXES

Annexe 1 : Protocole de capture-marquage-recapture

Capture-Marquage-Recapture (CMR) : Fadet des laïches

✓ Objectif

Déterminer les possibilités et capacités de dispersion de l'espèce, en fonction de différents contextes paysagers et mieux comprendre leurs exigences en déterminant les déplacements des individus d'une population entre les différentes zones de suivi.

✓ Matériels

- Filet à papillons
- Feutre indélébile sans solvant ultra fin (Pigma Micron08, avec mine de 0.5 mm / Stabilo Point 88/6 / Pentel Sign Pen S520), de différentes couleurs
- GPS
- Feuille de suivi
-

✓ Les hypothèses de départ sont :

Les zones humides ouvertes correspondent aux zones sources du Fadet des laïches. La dispersion des individus se réalise à partir de ces zones. Plus l'observateur s'éloigne de ces zones, et moins il a de chances de contacter des individus.

✓ L'objectif est d'améliorer la compréhension des points suivants :

- Quel est le domaine vital d'un papillon ? Quel sont les distances de dispersion ?
- En tenant compte des conditions météorologiques, de la date par rapport au pic d'émergence et de l'heure :
 - o Quels milieux et secteurs de la zone d'étude sont exploités par un individu ? Lesquels ne le sont pas ?
 - o Quelle utilisation ont les individus de l'espace (zones de repos, de nourrissage, d'accouplement, de ponte...) ?
- Quel sont les caractéristiques, en terme de couverture et hauteur de

- végétation, des milieux dans lesquels l'espèce se déplace ?
- Quelles sont les barrières et obstacles au franchissement des papillons

✓ Période de réalisation

Les sessions de CMR se déroulent autour du pic d'émergence. La durée de chaque session de CMR est de 2h, deux fois par jour par secteur.

Chaque session est espacé de trois jours, sur un laps de temps total de 10 jours. La durée de l'étude permet de « couvrir » la vie imaginale entière, ce qui permettra d'apprécier les différences de dispersion entre des individus en fin et en début de vie.

✓ Protocol

✓ Phase terrain

Pendant l'étude de CMR, les papillons sont capturés, marqués et relâchés au point de capture.

✓ Première capture et marquage

Au moment de la première capture, un numéro est attribué à chaque individu et le marquage est réalisé.

Le marquage s'effectue avec un feutre indélébile sans solvant ultra fin afin que le papillon ne soit ni anesthésié, ni euthanasié par le solvant du stylo. Cette opération s'effectue au travers des mailles du filet ou en main, après immobilisation du papillon, sur la face inférieure des ailes situées à gauche du papillon quand observé de dessus.

✓ Au moment de chaque capture, l'observateur note :

Les paramètres météo au moment de la capture	Température, vent, et couverture nuageuse
Sexe de l'individu	Femelle, Mâle
L'heure et les coordonnées GPS	
Attribution ou note du numéro du papillon	cf. méthode de marquage
L'état du papillon, sur une échelle de 1 à 4	1 : jeune imagos de quelques jours, le papillon vient de sortir de sa chrysalide, 4 : le papillon est proche de la mort, état loqueteux avec le bout des ailes très abimées).
Observation du comportement	Repos, vol, reproduction, ponte, alimentation
Si comportement différent de « vol »	Identification de l'espèce végétale sur laquelle l'individu se trouve (champ libre)
Zone de capture/recapture	

✓ Recapture

Les recaptures doivent être limitées autant que possible, nous privilégierons le repérage aux jumelles des individus marqués et l'observation des points attribués :

Les paramètres météo au moment de la capture	Température, vent, et couverture nuageuse
Sexe de l'individu	Femelle, Mâle
L'heure et les coordonnées GPS	
Attribution ou note du numéro du papillon	cf. méthode de marquage
L'état du papillon, sur une échelle de 1 à 4	1 : jeune imagos de quelques jours, le papillon vient de sortir de sa chrysalide, 4 : le papillon est proche de la mort, état loqueteux avec le bout des ailes très abimées).
Observation du comportement	Repos, vol, reproduction, ponte, alimentation
Si comportement différent de « vol »	Identification de l'espèce végétale sur laquelle l'individu se trouve (champ libre)
Zone de capture/recapture	

✓ Définition du code de marquage

Uniquement sur les ailes du côté gauche, quand l'observateur regarde le papillon de dessous, marquage suivant le schéma ci-dessous :

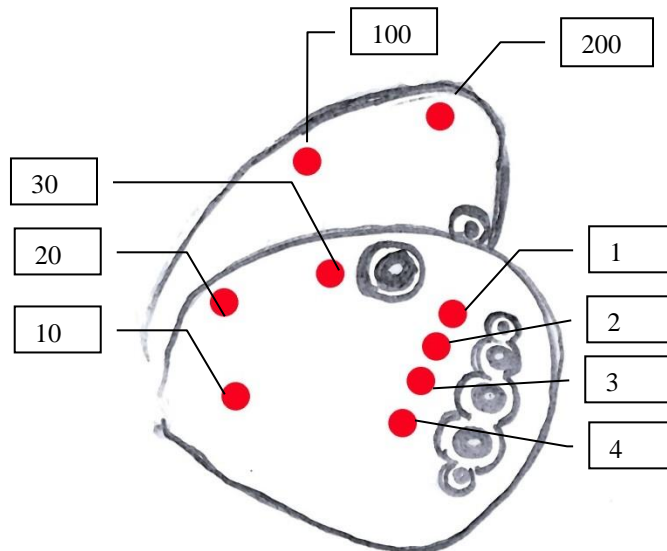


Figure n° 1: Schéma du code de marquage

Annexe 3 : Protocole des transects linéaires

FAUNE → INVERTEBRES	FA-RHOPA
Protocole de suivi	Transects linéaires papillons de jour (Lépidoptères rhopalocères et Zygaenidae)
Niveaux concernés	Espèces, peuplement
Espèces concernées	Toutes (présentes en milieux ouverts)
Objectifs	Inventaire qualitatif Inventaire quantitatif Identification et suivi des cortèges (peuplements) en lien avec végétation Evaluation de la dynamique des populations (tendances d'évolution) Répercussion de la gestion mise en place
Méthodologie	<p>Après un repérage préliminaire du site, un trajet (ou transect) est défini au sein des milieux ouverts. Il est cartographié à l'aide de repères de terrain (clôture, arbres, ruisseau...) et mesuré (mètres). Au sein du trajet, il est possible d'individualiser plusieurs sections. Le choix des sections est déterminé par les groupements végétaux, chaque section étant homogène du point de vue de ces groupements. Le nombre de 15 sections semble être la limite maximale par itinéraire échantillon (POLLARD & YATES, 1993) : figure 1. Dans la pratique, il faut éviter les sections mesurant moins de 50 m (GREATORAEX-DAVIES, <i>comm. pers.</i>).</p> <div data-bbox="687 1010 1230 1440" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Figure 1 - Exemple d'un transect, avec les sections d'itinéraires (POLLARD & YATES, 1993)</p> <p>L'observateur progresse lentement dans la zone ainsi choisie et identifie tous les Lépidoptères qui y sont présents. Seuls sont comptabilisés les papillons qui sont présents sur une distance de 2,5 m de part et d'autre de l'observateur, soit sur une bande imaginaire de 5 m. Au-delà de cette distance, beaucoup d'espèces passent inaperçues : figure 2.</p> <p>Nombre de visites / an.</p> <p>Un relevé correspond à un passage. Au cours de la saison, les transects sont visités 3 ou 4 fois (voir tableau ci-dessous), ce qui correspond alors à 3 ou 4 relevés. En effet, la phénologie étant propre à chaque espèce (une ou plusieurs générations annuelles, périodes d'apparition différentes), il n'est pas possible de regrouper les résultats des 4 passages sur un transect donné.</p> <p>Dates des passages (relevés).</p>

Les dates des visites sont déterminées en fonction des saisons de vol des espèces les plus représentatives de l'habitat concerné, du contexte géographique et des conditions climatiques. Elles sont également dépendantes du suivi mis en place, c'est-à-dire s'il concerne :

- L'étude du peuplement de lépidoptères rhopalocères et zygènes d'un site. Dans ce cas, 4 passages annuels seront nécessaires pour couvrir la période de vol d'une majorité des espèces présentes sur le site ;

	Suivi du peuplement	Suivi spécifique
Nombre de passages / an	4	3
Période 1	Fin avril / mi-mai	Autour du pic d'émergence
Période 2	mi-juin	Autour du pic d'émergence
Période 3	mi-juillet / début août	Autour du pic d'émergence
Période 4	Fin août	

- L'étude spécifique d'une ou plusieurs espèces patrimoniales, à savoir : *Euphydryas aurinia*, *Lycaena helle*, *Lycaena dispar*, *Maculinea alcon*. Dans ce cas, 3 passages seront nécessaires par espèce, pendant la période de vol des adultes. Il s'agit alors d'effectuer des comptages autour du pic d'émergence de l'espèce concernée, tous les 3-4 jours, et donc de connaître sa phénologie locale.

Au cours des relevés, tous les individus sont notés (comptage quantitatif). Un indice d'abondance relative est ensuite calculé pour chaque relevé (nombre moyen d'individus, toutes espèces confondues, observés lors du comptage) et reporté sur une distance de 100 m pour permettre les comparaisons entre les relevés.



Figure 2 – Exemple de relevé :
Le transect est délimité virtuellement (trait continu) et découpé en sections si le milieu n'est pas homogène (sections n° 1 et 2) pour chaque biotope.
Les traits en pointillés signalent la bande imaginaire au-delà de laquelle certaines espèces ne sont plus visibles à l'oeil nu.

Paramètres

Coordonnées géodésiques ;
 Surface (m²) ;
 Recouvrement végétal total (%) :
 Strate arborescente et arbustive haute (nature et % de recouvrement) ;
 Strate arbustive basse et buissonnante (nature et % de recouvrement) ;
 Strate herbacée (nature et % de recouvrement) ;
 Strate bryolichénique (nature et % de recouvrement) ; sol nu (nature et % de recouvrement) ;
 Nature du substrat : argileux, limoneux, sableux, graveleux, caillouteux ou blocs ;
 Pente approximative : nulle, faible, forte ou très forte ;
 Exposition : orientation et ensoleillement ;
 Utilisation de l'unité écologique : Fauche, pâture, fauche partielle, fauche et pâture, pâture partielle ;
 Habitats ;
 Date du relevé

Quelques précisions sur les paramètres renseignés

- **Humidité stationnelle** (en été) : l'humidité stationnelle a été évaluée selon les préconisations de Defaut (1994, pp. 49-51). De la sorte, les stations sont catégorisées en six classes : HH hyperhygrophile (classe 1), H hygrophile (classe 2), MH mésohygrophile (classe 3), MX mésoxérique (classe 4), X xérique (classe 5) et HX hyperxérique (classe 6) : tableau I.

La classe HH concerne les stations qui sont continuellement gorgées d'eau ou qui comptent de l'eau libre tout au long de la saison, tandis que la classe H désigne les stations à humidité temporaire (souvent en période hivernale et/ou vernal) ou qui sont humides seulement en profondeur. L'adret concerne classiquement les expositions SE, S et SW, et l'ubac les expositions NW, N et NE.

Recouvrement végétal	Adret	Plat	Ubac
Substrat perméable			
< 30 %	HX	HX	X
30 à 70 %	HX	X	MX
> 70 %	X	MX	MX
Substrat imperméable			
< 30 %	HX	X	MX
30 à 70 %	X	MX	MX
> 70 %	MX	MH	MH

Tableau I –Hygotrophie édaphique des stations selon le substrat et l'exposition (d'après DEFAUT, 1994).

- **Recouvrement végétal total** : ce recouvrement est la somme des recouvrements des strates cryptogamique, herbacée, arbustive et arborée.

D'une manière générale, les recouvrements sont une estimation de la surface occupée par la projection au sol des différentes strates, avec un pas de 2,5 % (BOITIER, 2003). Par définition, le recouvrement total est de 100 % toutes strates confondues. La valeur (précise) de 2,5 % ne doit pas faire illusion : il ne s'agit ici que d'une estimation ; dans la pratique, on considère que tout élément présent (exemple : une tâche de sol nu) représentait au minimum 2,5 % de la surface totale.

Traitements des données, analyses

Indice d'abondance annuel calculé / sections homogènes, mais aussi pour l'ensemble du transect = nombre d'individus par sections (et total) reporté pour 100 m de linéaire.

Niveau de difficulté

Facile à moyen. Chaque fois que cela est nécessaire pour obtenir une détermination certaine, les spécimens sont récoltés et conservés. Dans certains cas, l'examen des armatures génitales mâles et femelles est indispensable (*Mellicta sp.*, *Zygaena filipendulae*,

	<i>Pyrgus sp. et Plebejus sp.</i>
Périodicité	4 passages par an
Pour en savoir plus...	<p>Boitier (E.), 2004. Le peuplement en Orthoptéroïdes des prés salés continentaux d'Auvergne (Ensifera, Caelifera, Mantodea). Bull. Soc. ent. France, 109 : 237-250.</p> <p>Defaut (B.), 1994. Les synusies orthoptériques en région paléarctique occidentale. Association des Naturalistes de l'Ariège édit., La Bastide-de-Sérou, 275 p.</p> <p>Demerges (D.) & Bachelard (P.), 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les réserves naturelles. Quétigny (France), Réserves Naturelles de France : 36 p.</p>

**Annexe 4 : Détail des individus de Fadet des laïches contactés en 2020 sur le site Natura 2000
Tourbière et lac de Lourdes**

Ind.	Sexe	Session	Date	Heure	Longitude	Latitude	F	C	Recapture	Observateurs
1	M	1	30/06/2020	10:37	-0,0982	43,1105	2	V		B. Charlot, C. Chiray
2	M			11:15	-0,0975	43,1113	3	V		
3	M			11:37	-0,0971	43,1099	2	V		
4	F			12:03	-0,0965	43,1100	1	V		
10	M			12:17	-0,0966	43,1114	3	V		
11	F			12:31	-0,0964	43,1100	2	V		
12	M			12:52	-0,0962	43,1100	3	V		
13	M			14:09	-0,0947	43,1098	3	V		
14	F			14:14	-0,0949	43,1096	2	V		
20	F			14:18	-0,0951	43,1097	2	R		
21	M			14:21	-0,0952	43,1099	2	V		
22	M			14:25	-0,0953	43,1097	2	R		
23	M			14:33	-0,0953	43,1097	2	R		
24	F			2	03/07/2020	11:51	-0,0982	43,1112	2	
30	M	12:58	-0,0947			43,1101	2	R		
31	M	13:14	-0,0952			43,1098	2	R		
32	F	13:19	-0,0952			43,1100	2	R		
33	F	14:27	-0,0961			43,1099	2	R		
34	M	15:07	-0,0971			43,1099	2	R		
100	F	15:41	-0,0978			43,1111	3	R		
14	F	3	07/07/2020	10:35	-0,0952	43,1096	3	R	oui	B. Charlot, E. Poncet, M. Braun, M. Briand
101	F			10:39	-0,0951	43,1097	3	R		
102	F			10:55	-0,0950	43,1096	2	R		
100	F	-	08/07/2020	NA	-0,0964	43,1114	4	NA	oui	J. Lock
103	M	4	09/07/2020	10:59	-0,0982	43,1111	2	R		B. Charlot, J. Roche, M. Braun, M. Briand
104	F			11:08	-0,0982	43,1110	2	R		
110	F			11:35	-0,0953	43,1100	2	R		
102	F			11:42	-0,0951	43,1096	2	V	oui	
101	F			11:45	-0,0948	43,1096	4	R	oui	
111	M			11:48	-0,0950	43,1099	4	V		
112	M			11:58	-0,0953	43,1100	3	V		
112	M	5	13/07/2020	12:56	-0,0956	43,1113	4	R	oui	B. Charlot, M. Briand
32	F			14:04	-0,0950	43,1100	4	R	oui	

Ind : numéro de l'individu

Longitude/Latitude : système de coordonnées WGS 84 (EPSG :4326)

F : état de fraîcheur du papillon (1 : frais du jour avec les ailes presque molles ; 2 : frais, couleurs vives, pas de rayures ou d'écailles manquantes ; 3 : abîmé, couleurs passées, écailles manquantes, rayures ; 4 : très abîmé, papillon très froissé)

C : comportement du papillon à la capture (R : au repos ; V : en vol ; NA : non attribué)