

Préservation du fonctionnement d'un réseau des zones humides en tête de bassins versants dans l'est des Pyrénées

Vers le maintien d'un réseau de sites accueillant le Cuivré de la bistorte

Rapport final

Référent technique du projet: ANA- Conservatoire d'espaces naturels Ariège (Alexis CALARD, Cécile BROUSSEAU & Florine HADJADJ)

Partenaires : Conservatoire d'Espaces Naturels Languedoc-Roussillon (Lionel Courmont et Sylvain Nicolas), Fédération Aude Claire (Bruno Le Roux, Loïc Brepson Clémentine Plassart, Daniel Vincainzo), Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes (Marine Daire et Guilhem Laurents), Observatoire de la Montagne d'Orlu (Jérôme Aspirot)

Avril 2020



SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	3
INTRODUCTION	4
GENESE ET OBJECTIFS DU PROJET	5
1 ELEMENTS CLES DE CONTEXTE	7
3.1 <i>Continuité écologique, connectivité et Lycaena helle</i>	7
2 INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE TERRITOIRE D'ETUDE.....	9
2.1 <i>Localisation</i>	9
2.2 <i>Contexte et description du territoire</i>	9
2.2.1 Zones d'inventaire.....	9
2.2.2 Les bassins versants concernés par le projet.....	9
2.2.2.1 Bassin versant du Sègre.....	9
2.2.2.2 Bassin versant de la Têt.....	10
2.2.2.3 Le bassin versant de la Haute Vallée de l'Aude.....	11
3 DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE ET PATRIMONIAL	12
3.1 <i>Cadre physique</i>	12
3.1.1 Contexte géologique.....	12
3.1.2 Facteurs d'influence et pressions potentielles sur les zones humides.....	12
3.1.3 Hydrologie et place des zones humides dans les bassins versants.....	12
3.1.4 Climat/bioclimat.....	12
3.2 <i>Des sites avec un patrimoine naturaliste remarquable (ou cœurs de biodiversité remarquable)</i>	13
3.2.1 Habitats naturels et flore vasculaire.....	13
3.2.2 Faune.....	13
4 OBJECTIFS DU PROJET POUR LA PRESERVATION DU FONCTIONNEMENT D'UN RESEAU DES ZONES HUMIDES EN TETE DE BASSINS VERSANTS	14
4.1 <i>Analyse et valorisation des connaissances sur le Cuivré de la bistorte, les espèces et des milieux associés</i>	14
4.1.1 Synthèse des données existantes sur le fonctionnement des zones humides étudiées et premières estimations de leur fonction hydrologique par une approche indirecte.....	14
4.1.2 Synthèse des données pyrénéennes de Cuivré de la bistorte pour définir une répartition connue plus cohérente.....	21
4.1.3 Évaluation de l'état de conservation des populations pyrénéennes du Cuivré de la bistorte.....	23
4.1.4 Définition des habitats utilisés par le papillon dans les Pyrénées.....	34
4.1.5 Définition du cortège d'espèces de zones humides protégé par l'effet "espèce parapluie" du Cuivré de la bistorte.....	45
4.2 <i>Gestion conservatoire des sites</i>	52
4.2.1 État des lieux des pratiques de gestion passées et actuelles sur les sites des Pyrénées-Orientales.....	52
4.2.2 Mise en œuvre d'actions de gestion similaires à celles réalisées dans le cadre du plan de gestion des zones humides du Donezan concernant l'entretien des sites et les travaux de restauration.....	54
4.2.2.1 Animation foncière.....	54
4.2.2.2 Retours d'expériences de pratiques de gestion et restauration mises en place par l'ANA dans le Donezan.....	56
4.2.2.3 Mise en œuvre de pratiques d'entretien adaptées.....	58
4.2.3 Première réflexion commune sur la connexion entre les sites accueillant des populations de Cuivré et l'éventuelle « fragmentation » des sites.....	59
4.3 <i>Valorisation, formation, sensibilisation</i>	68
4.3.1 Élaboration de fiches techniques pour la mise en œuvre d'actions de restauration/entretien sur les sites pyrénéens.....	68
4.3.2 Ancrage territorial du projet : valorisation des entreprises locales et du circuit court à l'image de la conservation du Cuivré.....	69
5 LES SITES D'ETUDE	71
5.1.1 Description des sites.....	71
5.1.1.1 Les mouillères de Noubals.....	71
5.1.1.2 Les mouillères de Balbonne.....	71
5.1.1.3 Les mouillères du Puyvalador.....	71
5.1.1.4 Le réseau de zones humides de Matemale, Mont-Louis et La Llagonne.....	72
5.1.1.5 Le réseau de zones humides de Porté- Puymorens.....	72
6 PERSPECTIVES.....	73
6.1 <i>Élaboration d'un programme de conservation des zones humides accueillant le Cuivré de la bistorte et de la trame turquoise</i>	73
7 BIBLIOGRAPHIE	74
ANNEXES.....	79

Remerciements

Nous remercions premièrement les nombreux partenaires ayant participé à ce projet ainsi que les stagiaires et services civiques.

Nous remercions également toutes les personnes qui ont permis de synthétiser les données naturalistes et qui ont réalisé de nombreuses prospections, notamment Graham Hart qui a joué un rôle important dans l'élaboration et la réalisation de ce projet.

Nous remercions le laboratoire GeCoLAB de Liège pour la réalisation de l'étude génétique du Cuivré de la bistorte.

Nous remercions enfin fortement les financeurs ayant permis la réalisation de ce projet : l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, la fondation ITANCIA et l'État français. Nous remercions tout particulièrement Nadine Bosc qui nous a suivi et conseillé tout au long de ce projet.

Introduction

Le présent projet correspond à la mise en œuvre d'actions de préservation des aspects fonctionnels de réseau de zones humides situées en tête de 3 bassins versants de la partie orientale des Pyrénées. Ce réseau de zones humides accueille le Cuivré de la bistorte, papillon rare et menacé, étroitement lié aux zones humides (trame bleue) et aux milieux périphériques (trame turquoise). C'est une espèce relique glaciaire inféodée aux zones humides à fort intérêt patrimonial et dont la plupart des populations pyrénéennes sont en forte régression. La préservation ou l'amélioration du bon état de conservation des zones humides qui l'accueillent représentent une forte responsabilité pour les gestionnaires d'espaces du territoire concerné.

Le projet ici présenté, réunissant un partenariat original de 5 structures des 3 départements concernés (Ariège, Aude et Pyrénées Orientales) s'est voulu intégrateur par rapport aux notions de fonctionnalités et de continuités écologiques et non ciblé sur la préservation unique de ce papillon, nous souhaitons notamment :

- Identifier, gérer et améliorer l'état de conservation de l'ensemble des habitats utilisés par ce papillon (via des actions d'animation foncière, rencontres avec les acteurs du pastoralisme, etc.).
- compiler les connaissances sur les fonctionnements hydrologiques des sites et sur leur état de conservation
- prendre en compte les enjeux naturalistes patrimoniaux (habitats associés et espèces accompagnatrices de cette espèce parapluie) et le fonctionnement hydrologique dans la gestion des sites
- ancrer ce projet au sein du territoire, l'enjeu de la préservation de cette biodiversité et de l'intégrité fonctionnelle des zones humides sera réellement pris en compte si les citoyens de ce territoire considèrent qu'ils sont pleinement intégrés et impliqués dans nos actions.



GENESE ET OBJECTIFS DU PROJET

Le Conservatoire d'Espaces Naturels d'Ariège travaille dans le Donezan, canton de l'est de l'Ariège depuis 2009, dans le cadre d'une étude sur les papillons : Suivi et conservation de 4 espèces de papillons associées aux zones humides en Ariège :

- le Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia* Rottemburg 1775)
- le Nacré de la Bistorte, (*Boloria eunomia* Esper, 1799)
- le Cuivré de la Bistorte (*Lycaena helle* Denis et Schiffermüller, 1775)
- l'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon* Denis et Schiffermüller, 1775)

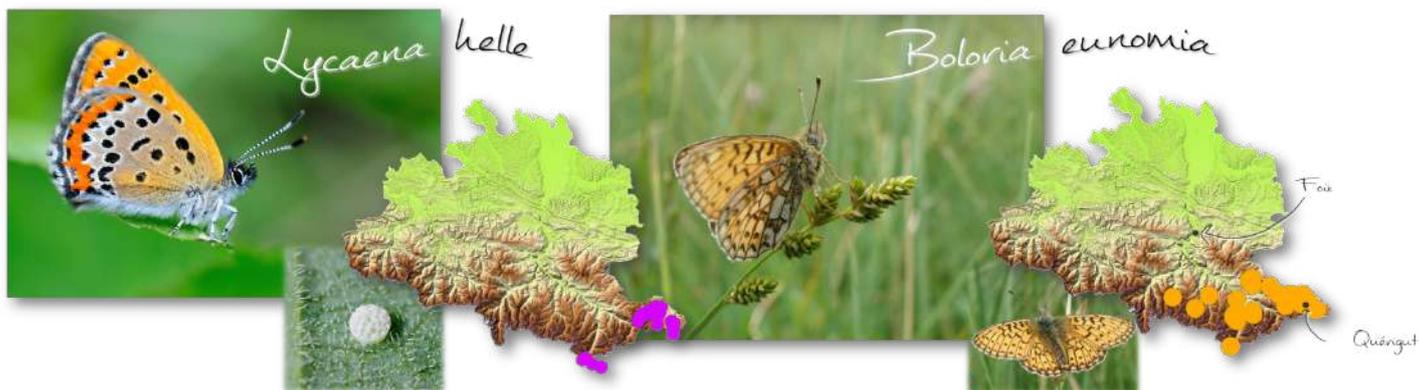
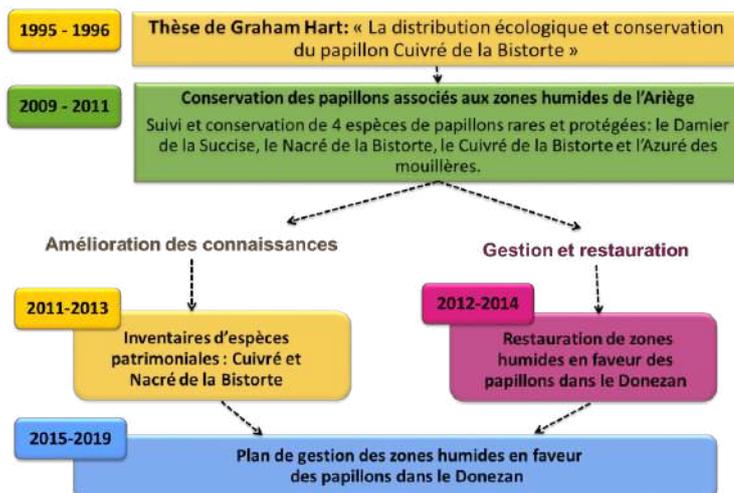


Figure 1: présentation des deux papillons étudiés

Parmi ces quatre espèces *Lycaena helle* est particulièrement intéressante : c'est une espèce relique glaciaire inféodée aux zones tourbeuses, spécialiste ayant pour plante hôte la Renouée bistorte. Ses habitats types sont les prairies humides à molinie, les mégaphorbiaies et les ourlets hygrophiles.

L'historique des actions entreprises en terme de connaissance ou de gestion et les retours d'expérience associés ont enrichi notre réflexion et menés à avoir une vision intégratrice des zones humides associées :

- Élaboration de plans de gestion concertés de site avec les acteurs locaux
- Prendre en compte le plus en amont possible les notions de fonctionnalités hydrologiques à travers des études ciblées
- Travailler sur des réseaux de sites et sur des notions de connectivités intra et intersite
- Intégrer l'ensemble des espèces et habitats patrimoniaux pour définir nos interventions.



La synthèse de ces actions se retrouve en annexe n°1.

Figure 2 : Historique des projets

C'est pour ces raisons qu'il nous a semblé essentiel de travailler à une échelle plus large et d'intégrer les populations et les sites des autres départements à notre réflexion. Ce projet a permis de partager les expériences de gestion et de restauration de zones humides et les outils de suivis (indicateurs Rhoméo, protocole) testés au cours de nos précédents travaux. Nous avons ainsi travaillé de façon homogène et multi-partenaire à l'échelle de l'aire de répartition pyrénéenne du Cuivré de la bistorte, sur 5 sites préalablement identifiés.

Ce projet a réuni 5 acteurs de la protection de l'environnement du territoire :

- L'ANA-CEN Ariège : les missions sont de « protéger, connaître, et faire connaître la nature en Ariège. Elle est membre des réseaux des CEN et CPIE. L'ANA - CEN Ariège a porté de ce projet et a apporté son expertise et son expérience sur la thématique sur l'ensemble des actions. Elle a été sollicitée pour accompagner les structures intervenantes dans les départements voisins sur chaque action.
- Le CEN Languedoc-Roussillon : les missions du CEN sont également de « connaître, protéger, gérer, valoriser » les espèces et les espaces naturels. Le CEN LR a participé aux actions naturalistes et à la gestion conservatoire des sites sur le département des Pyrénées-Orientales.
- La Fédération Aude Claire : née de la volonté d'associations souhaitant unir leurs compétences pour une meilleure gestion et une mise en valeur des milieux aquatiques, des milieux naturels. Son territoire d'action est constitué par les départements du bassin versant du fleuve Aude (Ariège, Aude, Haute-Garonne, Hérault, P-O et Tarn). La Fédération Aude Claire a participé notamment aux actions naturalistes et a apporté son expertise pour la partie bassin versant Haute vallée de l'Aude.
- L'Observatoire de la Montagne : structure animatrice du site Natura 2000 Quérigut Orlu, concerné par le projet. L'Observatoire a accompagné le projet avec son expérience des actions menées dans le Donezan (09).
- Le PNR des Pyrénées catalanes : est également une structure animatrice des sites Natura 2000 concernés par le projet. Le PNR a accompagné le projet grâce aux deux sites Natura2000, avec une connaissance et un ancrage important sur le territoire.

Les principaux objectifs de ce projet étaient :

1 Analyse et valorisation des connaissances sur le Cuivré de la bistorte, les espèces et des milieux associés à l'échelle du site, du réseau de sites et du territoire. L'apport de la prise en compte du Cuivré de la bistorte dans la conservation de l'intégrité des trames bleue, verte et turquoise du territoire sera envisagée.

2. Définition et mises en œuvre des principes des gestion conservatoire de l'espèce et ses habitats avec les acteurs et les gestionnaires du territoire à partir de l'analyse des pratiques anciennes et actuelles et des mesures mises en place en Ariège par le CEN Ariège.

3. Valorisation, communication et formation pour la prise en compte de l'espèce et des zones humides qui l'accueillent auprès des gestionnaires des acteurs locaux et du grand public via la conception de documents techniques, de chantiers de démonstration etc.

ELEMENTS CLES DE CONTEXTE

3.1 Continuité écologique, connectivité et *Lycaena helle*

La connexion (corridors biologiques) entre les zones humides est un facteur d'importance pour la dynamique des populations de l'espèce que nous avons pris en compte pour assurer le brassage génétique de ces populations et donc améliorer leur état de conservation.

L'intérêt des sites sur lesquels nous avons proposé de travailler réside aussi dans leur situation géographique. Ils sont en grande partie sur le territoire de sites Natura 2000. Leur position, en tête de bassin versant, représente aussi un enjeu pour la gestion et le maintien de l'ensemble des zones humides du territoire.

De plus, l'intérêt de la gestion d'un réseau de sites repose ici sur le fait que les papillons étudiés fonctionnent en métapopulation. Ainsi, ceux-ci ont besoin d'un ensemble de sites, au potentiel d'accueil intéressant et interconnectés (moins de 2 km entre deux sites), afin d'avoir des populations viables. Il est donc nécessaire de veiller au bon état de conservation de l'ensemble de ce réseau.

Les milieux abritant des populations des deux papillons semblent se cloisonner. L'absence de corridors entre chaque zone entraîne une diminution des échanges génétiques entre les populations.

Par ailleurs, les zones humides impliquées pour la conservation de ces papillons abritent également d'autres espèces et des habitats d'intérêt patrimonial au niveau régional et relevant souvent des directives européennes « Habitats, Faune, Flore » et « Oiseaux ». Les enjeux concernés par ce projet sont donc particulièrement importants.

Ce complexe de zones humides représente également un grand intérêt et un grand enjeu pour le fonctionnement naturel de ce bassin versant. Le bon état de ces milieux humides permet en effet de garantir plusieurs fonctions telles que le stockage d'eau en période pluvieuse, mais aussi une régulation sédimentaire dans ce bassin où les cours d'eau connaissent un important apport naturel de sédiment et de sable.

A la suite de ces constats, nous avons déposé un projet de restauration des zones humides du Donezan en faveur des papillons menacés (le Cuivré et le Nacré de la bistorte). Depuis 2012, nous avons identifiés 3 sites majeurs pour la conservation des deux espèces : Les mouillères de Noubals, Les mouillères du Pla et Les zones humides de la vallée de la Bruyante.

Nous savons aujourd'hui que la conservation du Cuivré de la bistorte à l'échelle des Pyrénées doit être réfléchi à l'échelle de la métapopulation, qui se situe entre le Donezan (09) et le Capcir (66). Il est donc important de transposer les actions initiées sur une partie du territoire à l'ensemble.

Une étude génétique sur la connectivité des populations de *Lycaena helle* dans les Pyrénées a été mise en place dans le cadre de ce projet. En effet, il est connu qu'une population isolée n'est pas viable à long terme.

Ainsi, celui-ci a besoin d'un ensemble de sites, au potentiel d'accueil intéressant et interconnectés (moins de 2 km entre deux sites), afin d'avoir des populations viables. Il est donc nécessaire de veiller au bon état de conservation de l'ensemble de ce réseau.

Nous savons que cette espèce fonctionne par colonisation progressive sur des sites où les conditions correspondent aux besoins de l'espèce mais aussi en fonction de leur **accessibilité** (Graham, 1996). Cette notion d'accessibilité est à mettre en corrélation avec la capacité de dispersion de l'espèce. Cette capacité représente la distance que peut parcourir une espèce si elle ne rencontre pas d'obstacle (généralement les forêts) pour trouver un habitat potentiel à coloniser. Si les milieux sont bien connectés entre eux, chaque année, la colonisation peut être plus importante car de nouveaux sites sont concernés par la dispersion de l'espèce.

Pour le Cuivré de la Bistorte, la capacité de dispersion de l'espèce se situe entre 100 mètres (dispersion « régulière » ou « habituelle ») et 550 mètres (dispersion assez rare mais potentielle).

3.2 Lien entre les populations du Donezan, des Pyrénées Orientales et de la vallée de l'Andorre.

La population pyrénéenne de *Lycaena helle* est située entre l'extrême sud-est de l'Ariège et l'ouest des Pyrénées Orientales.

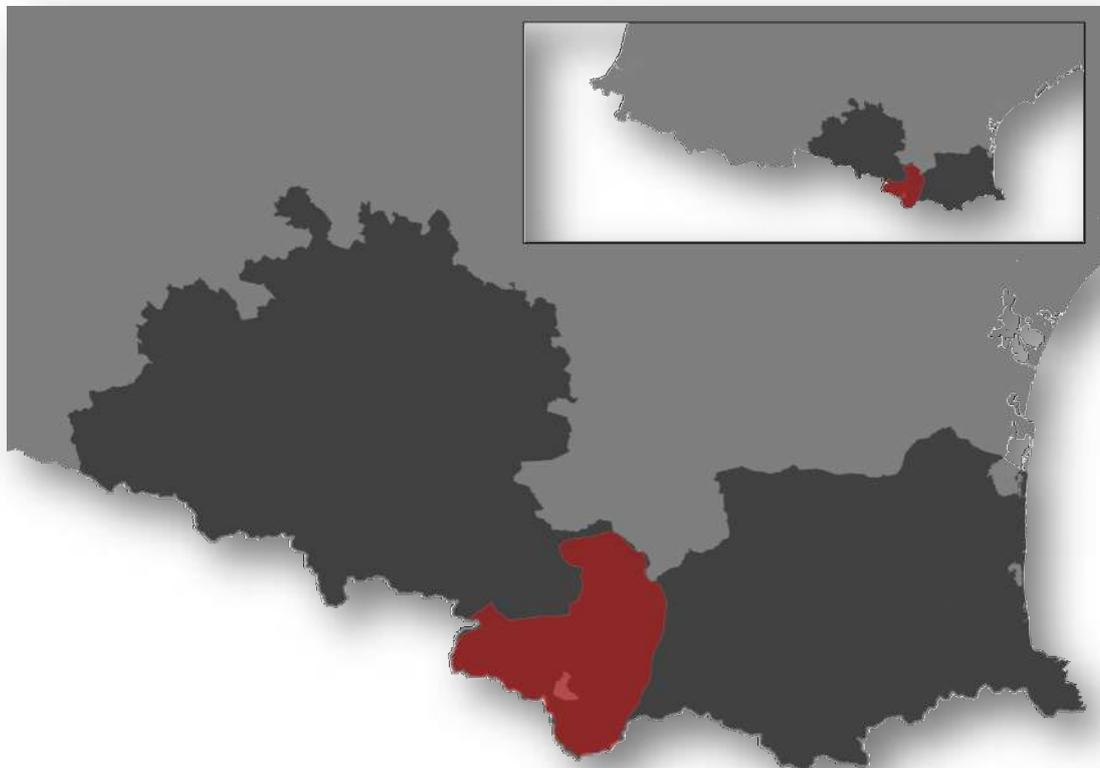


Figure 3: répartition connue de la population pyrénéenne de *Lycaena helle* (en rouge)

Pour la métapopulation pyrénéenne, les populations les plus importantes sont situées dans les Pyrénées-Orientales, et celles du Donezan et de la vallée de l'Andorre sont des populations situées en limite d'aire. Néanmoins, la connexion entre ces populations, quelle que soit la structure de la métapopulation (îles-continent, puits-source, etc.), est extrêmement importante pour la conservation de la population de l'espèce dans les Pyrénées.

Dans les Pyrénées Orientales, ce petit papillon occupe actuellement 31 stations contre 10 stations occupées en Ariège. 2 sites de reproduction sont connus en Ariège et 6 dans les Pyrénées-Orientales. Le travail réalisé dans le cadre de ce projet a permis d'améliorer les connaissances sur les populations des Pyrénées Orientales pour lesquelles les travaux cette espèce étaient très succincts et se cantonnaient à des prospections pour affiner sa répartition dans le cadre de l'Atlas de papillons du Languedoc Roussillon.

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE TERRITOIRE D'ETUDE

2.1 Localisation

Les sites concernés sont situés dans le Donezan, territoire ariégeois entre les Pyrénées Orientales et l'Aude, et les plateaux catalans du Capcir et de la Cerdagne. Les sites sont sur les communes de Mijanes, d'Artigues, Puyvalador, Real, Formiguères, Les Angles, Matemale, Mont-Louis, La Llagonne, Bolquère, La Cabanasse, Porta et Porté-Puymorens.

Cette partie des Pyrénées à la croisée des influences bioclimatiques méditerranéennes, océaniques et continentales est reconnue pour son patrimoine naturel remarquable et souvent original par rapport au reste de la chaîne pyrénéenne. Certains secteurs comme les vallées du Laurenti, du Galbe ou encore du Madres audois sont reconnus pour être des joyaux de biodiversité. Ils sont également identifiés pour leur importance en densité de zones humides et l'apport majeur de ces dernières dans le fonctionnement de ces bassins versants marqués par une influence méditerranéenne et des problématiques de gestion des eaux amont/aval.

2.2 Contexte et description du territoire

2.2.1 Zones d'inventaire

Le territoire est englobé par 3 sites Natura 2000 : le site Natura 2000 Quérigut-Orlu, le site Natura 2000 du Madre-Coronat et le site Natura 2000 Bouillouses-Campcardos.

Une partie du site d'étude est comprise dans le territoire du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes.

Trois bassins versants sont concernés par le territoire d'étude : celui du Sègre, de la Têt et celui de la haute vallée de l'Aude.

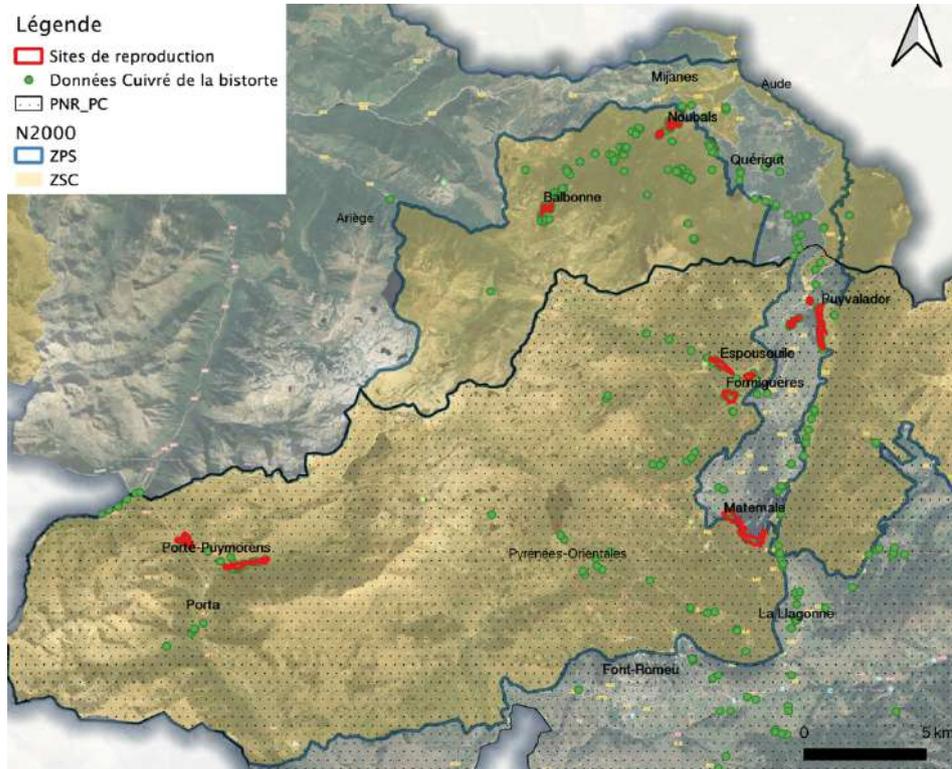


Figure 4 : Sites d'étude

2.2.2 Les bassins versants concernés par le projet

2.2.2.1 Bassin versant du Sègre

Partagé entre la France et l'Espagne, le Sègre constitue l'un des principaux affluents du fleuve espagnol, l'Ebre (330 km jusqu'à la confluence). Le bassin versant du Sègre est situé à l'extrémité Ouest du département des Pyrénées-Orientales, département le plus méridional de France et le plus occidental de la région Languedoc Roussillon.

Son parcours en territoire français lui permet néanmoins de recueillir les eaux de nombreux affluents, en provenance de différents massifs montagneux (Carlit, Puigmal, etc). Parmi ces cours d'eau au régime hydrologique de type nival, on peut citer les plus notables : l'Angoust, l'Angoustrine et le Carol.

Entre le Carol et l'Angoustrine, l'espace est également occupé par de nombreuses zones humides de type tourbières.

Ce bassin versant est actuellement géré par un comité de rivière, réunissant les acteurs de l'eau du territoire dans cette instance de concertation. Les actions sont concentrées sur la gestion quantitative des eaux et non sur la gestion des milieux.

2.2.2.2 Bassin versant de la Têt

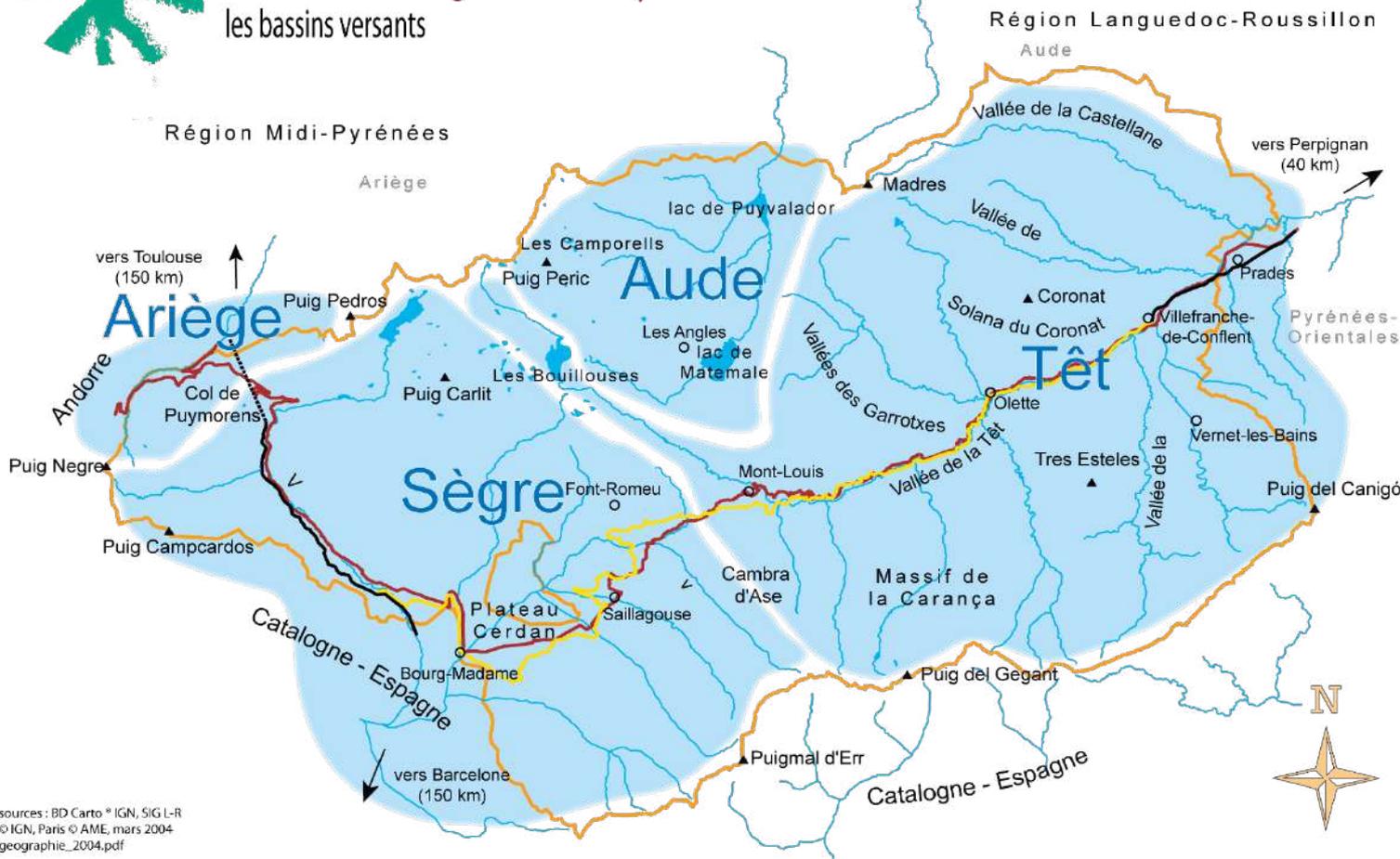
Le bassin versant de la Têt est un territoire singulier, au regard de son étendue de 1 500 km², de sa diversité paysagère et de son réseau hydrographique. Il constitue le bassin hydrographique le plus important des Pyrénées orientales.

Il est parcouru d'ouest en est par le fleuve principal, la Têt qui parcourt un linéaire d'environ 120 km avant de se jeter dans la mer méditerranée. La Têt prend sa source à 2 500 m d'altitude, sur la commune de Bolquères, non loin des Péric, et se jette à proximité des plages de Saintes-Maire-la-Mer et de Canet en Roussillon.

Ce bassin versant est actuellement géré par un contrat de rivière, qui prévoit notamment dans son volet 1 « Préserver et redévelopper les fonctionnalités naturelles des bassins versants ». Une des fiches actions axe le travail sur les zones humides – 1CZH3 « Elaborer une stratégie globale de gestion des zones humides au regard des services rendus » et peut donc être un levier pour travailler sur la restauration des habitats ou corridors en faveur du Cuivré de la Bistorte.



Parc naturel régional des Pyrénées Catalanes les bassins versants



sources : BD Cartho © IGN, SIG L-R © IGN, Paris © AME, mars 2004 geographie_2004.pdf

Figure 5 : Délimitation des bassins versants sur le PNR des Pyrénées Catalanes

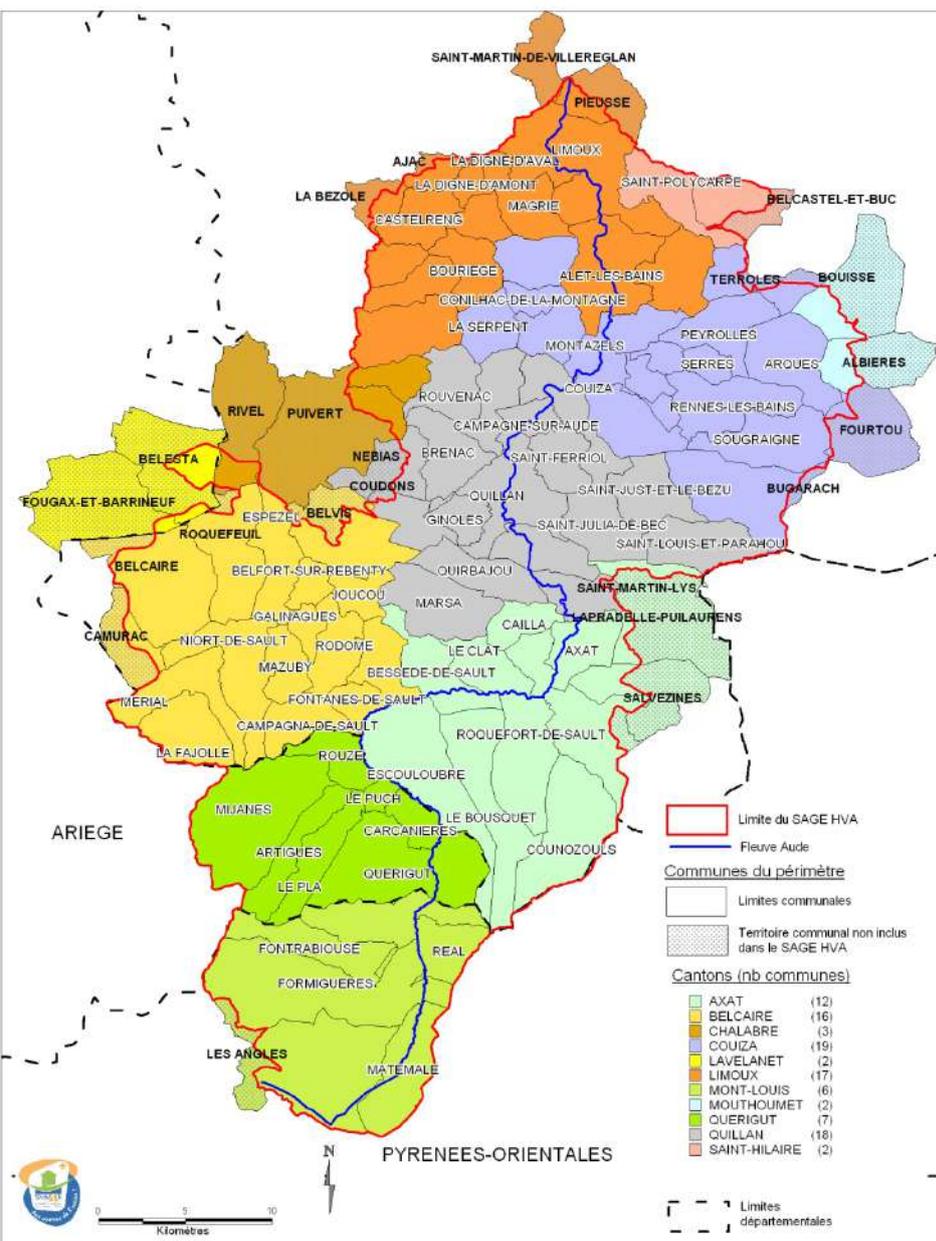
2.2.2.3 Le bassin versant de la Haute Vallée de l'Aude

Un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Vallée de l'Aude est en cours d'élaboration. Réalisé à l'initiative des acteurs locaux, le SAGE HVA est avant tout un projet de territoire qui permet de mettre en cohérence toutes les actions dans le domaine de l'eau sur le bassin versant de l'Aude dans sa partie haute.

Il doit permettre de concilier les intérêts de tous les utilisateurs de l'eau dans le respect du milieu aquatique. Il sera compatible avec le SDAGE. Le tout, dans un objectif commun et partagé d'atteinte du bon état en 2015 (texte issu du Cahier 1 - Etat des lieux/présentation).

Dans le cadre du Sage de la Haute Vallée de l'Aude, plusieurs projets de restauration et de gestion des milieux humides sont en cours sur la haute vallée de l'Aude. Cela devrait permettre d'organiser une gestion "commune" donc cohérente des zones humides sur l'ensemble du bassin versant. Les autres programmes sont en cours de rédaction et devraient être lancés à court terme. Les mouillères du Pla, les zones humides de la vallée de la Bruyante et les mouillères du barrage de Noubals seront utilisées comme un "standard" pour les autres sites de la vallée.

Périmètre du SAGE HVA et limites administratives



Liste des enjeux du SAGE :

- La qualité des milieux
- La lutte contre le risque inondation
- Harmoniser les différents usages de la ressource (ski, sports d'eau vive, hydroélectricité, irrigation, eau potable, pêche, chasse, randonnée, baignade, thermalisme, spéléologie).
- Une meilleure connaissance de la ressource en eau
- La sensibilisation des usagers sur la gestion de l'eau, son économie, sa qualité, son partage

Ce projet est en cohérence avec les objectifs du Sage, notamment sur la conservation et restauration des zones humides de têtes de bassin versant et de leur rôle en termes de régulation des écoulements, stockage et restitution retardée en période d'étiage. L'ANA-CEN Ariège participe régulièrement aux réunions entre partenaires et acteurs du Sage pour échanger sur les programmes entrepris sur les zones humides du Bassin versant de l'Aude et discuter des retours d'expériences.

Figure 6: Périmètre du SAGE (SMMAR)

DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE ET PATRIMONIAL

3.1 Cadre physique

3.1.1 Contexte géologique

Dans le Donezan, les 2 sites sont situés sur un socle granitique : « le pluton granitique de Quérigut ». Cette masse de granite a subi de profondes altérations par dégradation de la roche et dégradation argileuse de feldspaths. Les glaciers quaternaires de la Bruyante et du Laurenti ont sculpté les vallées alternant verrous et ombilics, et déployant leurs moraines chargées de blocs erratiques et de débris de tout calibre. Ces deux sites sont situés dans une poche d'alluvions quaternaires des vallées de la Bruyante et de la rivière de Laurenti.

Les hauts sommets des montagnes catalanes sont taillés dans les roches datant de l'ère primaire : gneiss, surmontés de schistes et de calcaires, entrecoupés de gigantesques "bulles" de granit. Cette montagne de roches anciennes n'en est pas moins une montagne dite "jeune". A l'aube du Quaternaire, les massifs du Madres, du Carlit et du Puigmal s'élèvent pendant que les plaines de Cerdagne et de Capcir s'effondrent. Effondrement tout relatif, car si les crêtes du Madres, du Carlit et du Puigmal culminent autour de 2500 – 3000 mètres, les plaines de Cerdagne et du Capcir conservent tout de même une altitude moyenne d'environ 1500 mètres.

La période glaciaire datant de – 700 000 provoque sur les massifs du Carlit, du Campcardos, du Puigmal et du Madres, l'élargissement des vallées, le creusement des combes et l'agrandissement des passages étroits.

L'empreinte laissée par la glace après la fonte, se matérialise aujourd'hui par une constellation de lacs comme ceux du Carlit et des Camporells, de gigantesques amas rocheux, tels que les moraines, et de larges vallées en escalier, comme la Vallée du Campcardos, traversé par le Carol.

3.1.2 Facteurs d'influence et pressions potentielles sur les zones humides

Notre connaissance du terrain et les travaux d'inventaires des zones humides menés sur les territoires du SAGE HVA et du PNR des Pyrénées Catalanes nous a permis de dégager les facteurs d'influence agissant sur les zones humides suivants :

- Les pratiques agropastorales peuvent avoir selon les cas des effets négatifs (piétinement, eutrophisation etc) ou positifs (limitation de la fermeture par les ligneux). Il s'agira de les identifier et de proposer des calendriers de pâturage et de fauche, des charges pastorales adaptées à la fragilité de ces milieux.
- La présence d'infrastructures linéaires (routes, pistes forestières, pistes de ski) ou d'aménagements divers qui peuvent couper des zones humides, intercepter les écoulements et le réseau hydrographique.
- La présence de pistes forestières et des pistes de la station de ski de Mijanès qui interceptent ou coupent les cours d'eau alimentant la tourbière

Le projet présenté ici a permis d'identifier les pressions au sein des 8 sites visés mais aussi à l'échelle du réseau de sites et de façon plus générale sur les trames verte, bleue du territoire et sur leur interface.

3.1.3 Hydrologie et place des zones humides dans les bassins versants

Les secteurs du Donezan-Capcir-Cerdagne est un territoire où l'eau a une place primordiale. De très nombreux étangs alimentent ruisseaux et torrents qui serpentent dans la vallée pour se jeter dans les rivières principales des bassins versants concernés. Toute cette eau, qu'elle soit stagnante ou courante, permet d'alimenter les zones humides du territoire. Elles-mêmes sont indispensables pour le maintien d'un système hydraulique sain et régulier sur les vallées.

Ainsi pour les trois sites (40 Ha cumulés) sur lesquels nous avons déjà travaillé dans le Donezan, une première approche nous avait permis d'estimer que la surface de bassin versant amont captée par les zones humides de nos sites représentent au plus de 2500 ha cumulés soit **28 %** de la surface totale du sous bassin de la Bruyante. Les flux d'eau cumulés associés représentent **15 %** des flux totaux du bassin versant de la Bruyante et le stock d'eau **1.2 %** du stock de l'ensemble du territoire du sage Haute Vallée de l'Aude.

3.1.4 Climat/bioclimat

Le territoire est au carrefour de trois influences bioclimatiques majeures : atlantique, méditerranéenne et continentale. Il est assez difficile d'identifier précisément le type de climat, en effet il est soumis

- A des influences méditerranéennes qui remontent par les gorges de l'Aude
- Des influences océaniques atténuées par la chaîne des sommets du Donezan et Haute Ariège
- Une influence plutôt continentale provenant des plateaux du Capcir et de la Cerdagne

Les sites sont soumis plus spécifiquement à un climat de "transition" atlantique (le secteur étant assez éloigné de l'océan, le climat se situe plus entre l'influence atlantique et continental).

3.2 Des sites avec un patrimoine naturaliste remarquable (ou cœurs de biodiversité remarquable)

3.2.1 Habitats naturels et flore vasculaire

A ce jour, tous les sites n'ont pas fait l'objet d'inventaires dédiés à la flore et aux habitats. L'état de la connaissance sur les habitats et la flore des sites est donc partiel. En effet nous n'avons pour l'instant pas eu l'opportunité de réaliser un vrai travail de typologie et de cartographie d'habitats. Néanmoins, il ressort des données de précédents programmes la présence d'habitats patrimoniaux : tourbières hautes, mégaphorbiaies, prairies humides à Molinie, prairies de fauche de montagne qui peuvent avoir des faciès très originaux et typiques du territoire. Concernant la flore, pour les sites visés par le projet, il faut souligner la présence d'espèces à très forte responsabilité pour les Pyrénées comme la Ligulaire de Sibérie, le Carex de Buxbaum ou dans une moindre mesure la Drosera à feuilles rondes ou la Potentille des marais.

3.2.2 Faune

La richesse et la particularité des milieux humides présents permettent d'abriter une faune très intéressante, que l'on ne retrouve souvent nulle part ailleurs.

L'entomofaune est bien représentée avec de nombreuses espèces de rhopalocères (dont plusieurs liés aux zones humides, rares et menacés), de syrphes, symphytes, coléoptères, arachnides, orthoptères, etc. Les odonates peuvent être très particuliers dans la tourbière, comme en atteste la présence de *Somatochlora arctica*, espèce rare, relique glaciaire, sur la plupart des sites.

Nous avons peu d'observations d'amphibiens sur les sites, mais ils doivent être bien représentés, avec des populations de grenouille rousse et triton palmé notamment.

Quelques reptiles ont été aperçus au cours des prospections : de nombreux lézards vivipares vivent sur le site, quelques vipères ont également été observées.



Figure 7 : Le Nacré de la Bistorte, la Cordulie arctique et le Lézard vivipare

L'enjeu naturaliste sur les sites est très fort. Certes la diversité des habitats naturels, de la faune et de la flore n'est pas la même selon les secteurs, mais chaque site regorge de richesses et leur interconnexion est un réel intérêt pour cette biodiversité.

Objectifs du projet pour la préservation du fonctionnement d'un réseau des zones humides en tête de bassins versants

Le présent projet visait à la mise en œuvre d'actions contribuant à la préservation de la fonctionnalité d'un réseau de sites de zones humides en tête de 3 bassins versants accueillant le Cuivré de la bistorte dans son aire de répartition pyrénéenne : l'Ariège, l'Aude et Pyrénées-Orientales.

L'ensemble de ce secteur de la chaîne pyrénéenne est extrêmement riche, que ce soit en diversité de milieux humides (tourbières, prairies humides, etc.) ou par le biais des espèces qui y vivent.

Ces premières actions ont été réalisées au préalable à de la restauration de zones humides. L'objectif était de coupler la connectivité « aérienne » des sites (corridors écologiques pour les papillons notamment), correspondant à la trame verte et la connectivité des écoulements (conservation de la fonctionnalité d'un réseau de zones humides à une échelle large), l'ensemble contribuant à la prise en compte de la trame turquoise.

Le projet pour la conservation du Cuivré de la Bistorte dans les Pyrénées

Ce projet multi-partenarial pour la conservation du Cuivré de la Bistorte et des milieux humides associés à l'échelle de l'Occitanie, a émergé a réuni 5 acteurs de la protection de l'environnement du territoire :

- L'ANA- Conservatoire d'espaces naturels Ariège (labélisée CPIE)
- Le Conservatoire d'Espaces Naturels Languedoc-Roussillon
- La Fédération Aude Claire
- L'Observatoire de la Montagne d'Orlu
- Le PNR des Pyrénées catalanes

Trois grands groupes d'actions se distinguent :

- La connaissance de l'espèce et des milieux associés : compilation des données existantes auprès du réseau naturaliste et institutionnel, amélioration de la connaissance des habitats de l'espèce et des cortèges floristiques et faunistiques associés, évaluation de l'état de conservation des sites.
- La gestion conservatoire des sites : retours d'expériences sur les actions mises en œuvre dans le Donezan par l'Ana, animation foncière, travaux de restauration et pratiques d'entretien des sites
- Valorisation du projet, formation et sensibilisation : élaboration d'itinéraires techniques à la gestion des sites à Cuivré de la bistorte, ancrage local.

4.1 Analyse et valorisation des connaissances sur le Cuivré de la bistorte, les espèces et des milieux associés

4.1.1 Synthèse des données existantes sur le fonctionnement des zones humides étudiées et premières estimations de leur fonction hydrologique par une approche indirecte

Objectifs : Recueillir des éléments de connaissance relatifs au fonctionnement hydrologique des sites et avoir une première indication de leur place dans le fonctionnement du bassin versant, les flux et les stocks d'eau associés

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : CEN LR, PNR PC, Fédération Aude Claire, un avis pourra éventuellement être sollicité auprès de la Scop Sagne (Jacques Thomas), spécialiste des zones humides engagé sur le territoire

Résultats attendus : une synthèse des éléments de connaissances de la fonctionnalité des zones humides étudiées,

les croiser avec les états de conservation des habitats et des populations d'espèces patrimoniales

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action :

- une synthèse de la connaissance hydrologique existante par site,
- des valeurs de flux et de stocks estimés par site,
- les surfaces de bassins versants concernés.

Méthode et outils :

Synthèse bibliographique

Les partenaires ont été sollicités pour compiler l'ensemble des données relatives à la fonctionnalité.

Évaluation de la place des sites dans le bassin versant

La place des sites dans le bassin versant est considérée en fonction des critères suivants :

- Surface des sites
- Surfaces de zones humides par site
- Surface du bassin topographique
- Représentativité du site par rapport aux zones humides du bassin topographique

- Estimation des flux d'eau transitant par les sites d'étude

Nous avons adopté pour cette estimation la méthode de travail de J.Thomas.

Il classe d'abord les habitats en 5 catégories selon l'amplitude des mouvements verticaux de la nappe d'eau du sol hydromorphe et de la fréquence de ces mouvements tab.XX).

Tableau 1 : classification des types d'habitats selon le comportement de la nappe (Source Thomas 2009)

amplitude forte (30/50 cm); variation fréquente avec inondations périodiques	
37.31	Prairies à Molinie et communautés associées
44.9	BOIS MARECAGEUX D'AULNE , DE SAULE ET DE MYRTE DES MARAIS
53.1	TOURBIERES A MOLINIE BLEUE
51.2	ROSELIERES
53.2	COMMUNAUTES A GRANDES LAICHES
amplitude forte (30/50 cm); variation saisonnière	
37.1	Communautés à Reine des prés et communautés associées
37.2	PRAIRIES HUMIDES EUTROPHES
53.5	JONCHAIES HAUTES
amplitude moyenne (15/30 cm); variation fréquente	
36.312	JONCHAIES HAUTES
37.32	Prairies à Jonc rude et pelouses humides à Nard
44.A	FORETS MARECAGEUSES DE BOULEAUX ET DE CONIFERES
51.12	Tourbières basses (Schlenken)
51.14	Suintements et rigoles de tourbières
54.2	BAS-MARAIS ALCALINS (tourbières basses alcalines)
54.4	BAS-MARAIS ACIDES
amplitude moyenne (15/30 cm); variation saisonnière	
15.4	PRES SALES CONTINENTAUX
37.4	PRAIRIES HUMIDES MEDITERRANEENNES HAUTES
44.3	FORET DE FRENES ET D'AULNES DES FLEUVES MEDIO-EUROPEENS



54.5	TOURBIERES DE TRANSITION
amplitude faible	
22.	EAUX DOUCES STAGNANTES
37.7	LISIERES HUMIDES A GRANDES HERBES
37.8	MEGAPHORBIAIES ALPINES ET SUBALPINES
44.1	Formations riveraines de saules
51.11	Buttes, bourrelets et pelouses tourbeuses
54.1	SOURCES
Comportement de la nappe d'eau ne pouvant être déduit de la nature de l'habitat	
38.1	<i>PATURES MESOPHILES</i>
38.2	<i>PRAIRIES A FOURRAGE DES PLAINES</i>
38.3	<i>PRAIRIES A FOURRAGE DES MONTAGNES</i>

Il assigne les valeurs suivantes de flux d'eau transitant aux différents types de comportement de nappe.

Comportement de la nappe d'eau du sol hydromorphe	Estimation des flux d'eau dans ces sols (m ³ /m ² /an)	
	maxi	mini
amplitude forte (30/50 cm); variation fréquente avec inondations périodiques	3	2
amplitude forte (30/50 cm); variation saisonnière	1.5	1
amplitude moyenne (15/30 cm); variation fréquente	0.75	0.5
amplitude moyenne (15/30 cm); variation saisonnière	0.35	0.25
amplitude faible	0.2	0

A partir des surfaces des types d'habitats issues de la cartographie des habitats naturels, nous obtenons une estimation des flux par sites.

- Estimation des stocks d'eau par sites d'étude

La méthode de calcul des stock se base sur le travail de J.Thomas (2009), qui estime que une évaluation peut être réalisée en fixant arbitrairement une profondeur de sol moyen de 1 mètre et en prenant les teneurs en eau moyennes (50% dans les sols hydromorphes minéraux ou para-tourbeux et 83.5 % dans les histosols). La formule pour calculer le stock estimé est la suivante :

$$Se (m^3) = (0.5 \times surf\ sol\ hydromorphe (m^2)) + (0.835 \times surf\ histosol (m^2)) \times 1 (m)$$

Résultats :

Synthèse bibliographique

Les études pré-existantes ont été consultées pour en extraite les données concernant le fonctionnement des zones humides.

- « INVENTAIRE DES ZONES TOURBEUSES DES PYRENEES ORIENTALES », 2002-2004. DREAL Languedoc-Roussillon

- « Cartographie des habitats naturels site Natura 2000 Capcir – Carlit – Campcardos », 2013. H. CHEVALLIER atelier des cimes / V. PARMAN – MC SCHMITT ONF 66 / G. ARLANDES Pyrénées cartographie
- « SUIVI ÉCOLOGIQUE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS NATURELS DU SITE NATURA 2000 CAPCIR-CARLIT-CAMPCARDOS », 2015. Hélène CHEVALLIER, Atelier des cimes Vincent PARMAN, ONF Bureau d'études Guillaume ARLANDES, Pyrénées Cartographie
- « Evaluation de la réserve en eau des zones humides sur le périmètre du SAGE Haute Vallée de l'Aude », 2009. Scop SAGNE J.THOMAS
- « Plan de gestion (2015-2019) Mouillères du Pla, Barrage des Grandes Pâtures (Noubals), zones humides de la vallée de la Bruyante Site Natura 2000 Quérigut, Laurenti, Rabassolles, Balbonne, la Bruyante, haute vallée de l'Oriège (site FR7300831) » Référents techniques du projet : Alexis CALARD & Cécile BROUSSEAU
- « Etat des lieux hydrologique et pédologique de zones humides du Donezan contribution au plan de gestion écologique des sites. » 2017. Scop SAGNE

Il y a finalement peu de données vraiment dédiées à la fonctionnalité des zones humides. Ont été recueillies principalement des cartographies d'habitats naturels et d'inventaires de zones humides. Ces données ont été utilisées et ont servies de bases à diverses essais d'analyses exposées dans le présent rapport.

Place des sites étudiés dans le bassin versant.

Contexte hydrographique

Le tableau et la carte suivante (tab. 2 et Figure 8) suivant présente le rattachement aux différentes régions hydrologiques par site (source BD Cathage). Les zones humides étudiées prennent leur place dans 2 secteurs hydrographiques différents, 3 sous-secteurs et 5 zones hydrographiques différentes.

sites	Zones hydrologiques	Sous secteurs	Secteurs
Puyvalador	Y100 – L'Aude de sa source à la retenue de Puyvalador incluse	Y10 - L'Aude de sa - source au Rébenty	Y1 - L'Aude de sa source à la Méditerranée
Galbe - Espousouille			
Lac de Matemale			
Formiguère			
Balbonne	Y102 - La Bruyante		
Noubals			
Porté	Y004 – Le ruisseau de Querol	Y00 - Le Sègre de sa source à la frontière	Y0 - Côtiers de la frontière espagnole - l'Aude et el Segre (bassin français)
Puymorens(camping)			
Col de POrté Puymorens			
Col de la Perche ouest	Y000- El Segre de sa source à l'Angust inclus		
Col de la Perche Est	Y040 - La Têt de sa source au ravin de Torrens	Y04 - La Têt (Y04	

Tableau 2 : position des sites selon les régions hydrologiques

Les caractéristiques principales de ces régions hydrologiques sont présentées dans le Tableau 3.

Sous secteurs et zones hydrologiques	Code	Surface totale (ha)	Surface en zone humide (ha)	Densité en zone humide par ha
L'Aude de sa source au Rébenty	Y10	47162,00	3373,62	0,02
<i>L'Aude de sa source à la retenue de Puyvalador incluse</i>	Y100	13814,3	2817,2	0.20
<i>La Bruyante</i>	Y102	9108,4	242,1	0.026

Le Sègre de sa source à la frontière	Y00	47402,00	1576,20	0,02
<i>Le ruisseau de Querol</i>	Y004	15030,5	398,6	0.026
<i>El Segre de sa source à l'Angust inclus</i>	Y000	9501,1	296,2	0.03
La Têt	Y04	137296,00	4736,50	< 0.01
<i>La Têt de sa source au ravin de Torrens</i>	Y040	10381,9	1453,8	0.14

Tableau 3 : caractéristiques des régions hydrographiques concernées par le projet (source BD Carthage, inventaires des zones humides Sage HVA, PNR PC)

Les deux premiers sous-secteurs présentent des surfaces équivalentes (la surface du dernier équivaut à presque 3 fois les deux autres) et des densités de zones humides équivalentes entre elles et supérieures à celle du sous-secteurs de la Têt.

Pour les zones hydrographiques c'est Y100 (*L'Aude de sa source à la retenue de Puyvalador incluse*) qui est le plus riche en zones humides (surfaces et densités)
 Pour chaque site étudié, il a été défini le bassin contributeur topographique des zones humides, qui peut être aussi appelé zone de dépendance au bon fonctionnement de la zone humide. Il est également important de replacer cet ensemble dans le bassin versant.

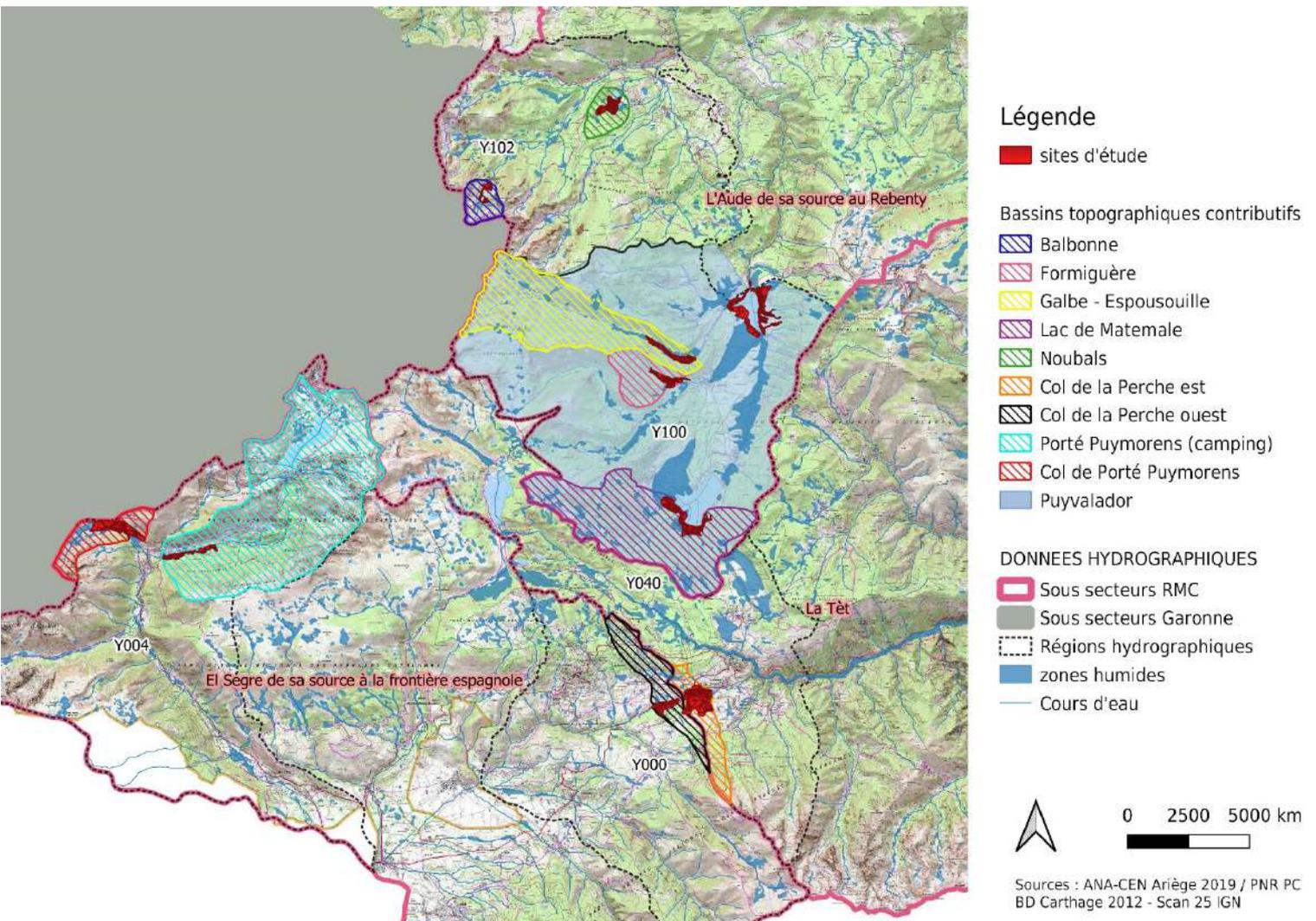


Figure 8 : Place des sites et de leur bassin contributif dans les régions hydrographiques

Le tableau présente pour chaque site, la surface du bassin versant topographique, la surface occupée par les zones humides par sites et bassin contributifs et leur contribution (%) à l'échelle des différents zonages hydrographiques concernés.

sites	Caractéristiques des sites (surface en ha)		Caractéristiques des bassins topographiques		Contribution des sites à la surface de zones humides du bassin topographique	Contribution des bassins topographiques à la surface du sous-secteurs hydrographiques	Contribution des sites à la surface de zones humides du sous-secteurs hydrographiques	Contribution des bassins topographiques à la surface de la zone hydrologique	Contribution des sites à la surface de zones humides de la zone hydrologique
	Surf_tot	Surf_zh	Surf_tot	Surf_zh					
Puyvalador	118,33	47,7	14062,9	2376,7	3%	29,82%	1%	100%	2%
Galbe - espousouille	39,87	27,42	1921,3	115,3	24%	4,07%	1%	13,9%	1%
Matemale	74,64	45,5	2247,9	586,6	8%	4,77%	1%	16,3%	2%
formiguere	33,2	11,5	451,88	39,5	29%	0,96%	<1%	3,3%	< 1%
cumul Y100 ⁽¹⁾	266,04	132,12	18232,2	2376,7				100%	5%
Balbonne	13,6	2,57	226,6	8,6	30%	0,48%	<1%	2,5%	1%
Noubals	36,97	17,84	273,1	31,4	57%	0,58%	1%	3,0%	7%
Cumul Y102	50,57	20,41	499,7	40				6%	8%
Cumul Y10	316,61	152,53	18731,9	2416,7		7%	5%		
Porté Puymorens camping	78,31	6,06	4292,2	74,1	8%	9,1%	<1%	28,6%	2%
Col de Porté Puymorens	31	11,96	459,8	71,5	17%	0,97%	1%	3,1%	3%
Cumul Y004	109,31	18,02	4752	145,6				32%	5%
Col de la Perche ouest	28,4	5,74	622,2	32,5	18%	1,3%	<1%	6,5%	2%
Cumul Y00	28,4	5,74	622,2	32,5				6,5%	2%
Cumul Y00	137,71	23,76	5374,2	178,1		11%	2%		
Col de la Perche Est	106,6	25,77	461,8	49,6	52%	0,3%	1%	4,4%	2%
Cumul Y040								4,4%	2%
Cumul Y04	106,6	25,77	461,8	49,6		0,3%	1%		

Tableau 4 : Synthèse des caractéristiques des sites et des bassins contributifs et leur contribution à la trame bleue du territoire

Quelques remarques :

- Le bassin topographique du site de Puyvalador est le plus grand et contient également les sites du Galbe, Matemale et Formiguère, il couvre à 100 % la zone hydrographique Y100.
- Les zones humides des sites cibles représentent 4 % des zones humides de la région hydrographique Y10. Si l'on rajoute les sites de Balbonne et Noubals, on arrive à une contribution significative de 5 % à la surface de zones humides de la région hydrographique « L'Aude de sa source au Rébenty » et 8% pour la zone hydrographique Y102 « La Bruyante ».
- Deux sites (Noubals, Col de la Perche partie Est) occupent plus de la moitié des zones humides de leur bassin contributif topographique, ce qui rend compte de leur position en tête de bassin de versant et confirme l'importance de leur rôle dans le fonctionnement à plus grand échelle.

Estimation des flux d'eau transitant par les sites d'étude

Le tableau 5 présente les résultats des calculs des flux transitant par les sites

Site	Flux (m ³ /an)	
	Min	Max
col de la Perche	62000	93440
Formiguère	124475	189895
Noubals	274850	412355
Porté	148185	222277,5
Matemale	338525	507787
espousouille	443015	664522,5
Puyvalador	607450	911175
Balbonne	10725	18065
somme	2009225	3019517

Tableau 5 : estimation des volumes d'eau transitant par an selon les sites.

Entre 2006225 et 3019517 m³ transitent par les zones humides des sites étudiés. Le site qui contribue le plus est Puyvalador, par sa surface et la part importante de végétation à grande amplitude de nappe (Molinaie, Filipendulaie).

Pour les régions hydrographiques Y100 et Y102, les estimations ont été faites à l'échelle de la région hydrographique (Thomas 2009). Il est donc possible de la relativiser la contribution des sites du projet à ces flux d'eau. Ainsi :

- Pour la région hydrographique Y100, les sites (Puyvalador, Galbe, Matemale, Formiguère) participent selon les fourchettes à 7.8 % et 11.8 % des flux totaux
- Pour la région hydrographique Y100, les sites de Noubals et de Balbonne participent selon les fourchettes, à 4.2 % et 6.2 % des flux totaux

Estimation des stocks d'eau par sites d'étude

Site	Stock (m ³)
Col de la Perche	30812
Formiguère	58652,5
Noubals	90803
Porté	105779,5
Matemale	240245
Espousouille	139500
Puyvalador	226050
Balbonne	17475
Somme	909317

Les résultats du calcul des stocks est présenté dans le tableau 6.

Au total, il est estimé que l'ensemble des sites pourraient stocker 909317 m³ d'eau. Les sites qui contribuent le plus sont les pourtours des lacs de Puyvalador et Matemale, en lien principalement avec leur grande surface et la contribution importante des prairies para-tourbeuses.

Tableau 6 : estimation de la capacité théorique de stockage en eau par sites

Synthèse

Avec ces premières approches il ressort que les zones humides étudiées :

- Contribuent de façon significative en terme de surface et d'emprise dans les bassins versant et différents types de régions hydrographiques
- ont plutôt une fonction de transfert des flux d'eau que de stockage.

Leurs zones de dépendance fonctionnelle (dont le bassin topographique contributif) occupent une part importante du paysage, trames bleue, verte et turquoise comprises. Toutes activités sur ces zones (plus de 25000 ha au total) peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement des zones humides.

4.1.2 Synthèse des données pyrénéennes de Cuivré de la bistorte pour définir une répartition connue plus cohérente.

Objectifs : L'objectif est de produire une carte de répartition actualisée de l'espèce. Chaque structure disposant d'un accès à une base de donnée spécifique fera remonter ses données sur les populations connues de Cuivré de la Bistorte afin de travailler sur un territoire cohérent pour la conservation de l'espèce et d'établir une carte de vigilance des zones connues pour la DREAL Occitanie (qui pourra transmettre ce document à d'éventuels porteurs de projets ou de politiques d'aménagement du territoire).

Localisation prévisionnelle : L'ensemble du territoire de répartition connue pour la population pyrénéenne de Cuivré de la bistorte.

Période d'intervention : 2018 – 2019

Méthode et outils : Les réseaux naturalistes et institutionnels seront sollicités. Il s'agira de recueillir et synthétiser les données des naturalistes qui pourraient avoir des données sur l'espèce (dont Graham Hart, spécialiste de l'espèce), les intégrer sur les bases de données naturalistes (SiCen, Faune LR, INPN etc.) et faire des exports pour que chaque structure ait les informations les plus exhaustives possibles de présence de l'espèce sur son territoire d'action.

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : CEN LR et PNR PC

Résultats attendus : Mise à jour de la répartition connue du Cuivré de la bistorte dans les Pyrénées. Un apport de connaissances et une meilleure prise en compte de l'espèce.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : création d'une carte de vigilance et comparaison avec une carte de répartition de l'espèce avant/après ce travail de compilation.

Résultats : La synthèse des données fournies par l'Inventaire N2000 Capcir-Carlit-Campacardos, l'OPIE, Faune LR et la plateforme SiCen Ariège et Languedoc Roussillon a été réalisée. Les zones avec de nombreuses données d'imagos mâles et femelles ont été catégorisées en sites de reproduction. Les autres sites étant soit des sites de dispersion soit des plus petits sites de reproduction.

La synthèse des données a permis d'avoir une base solide afin d'évaluer l'état de conservation des sous-populations et d'estimer la distribution pyrénéenne de l'espèce. Ainsi les sites de prospections pour les différents protocoles ont pu être établis. Au total, 448 données ont été compilées (Figure 9).

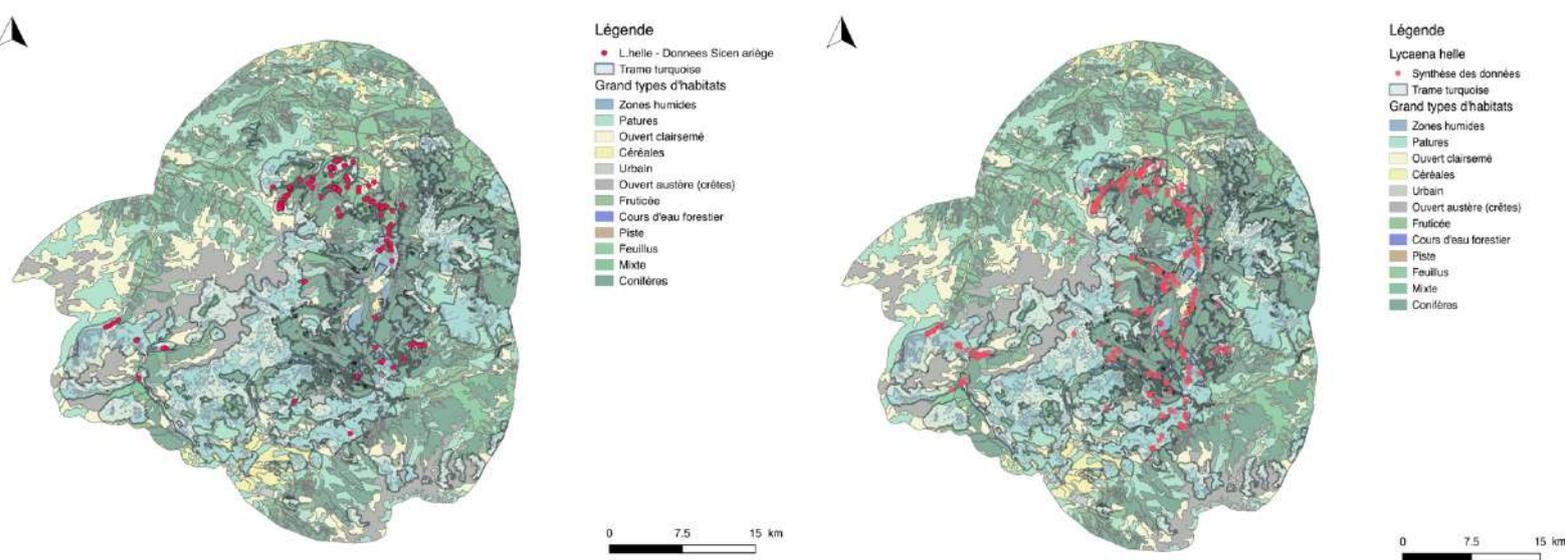
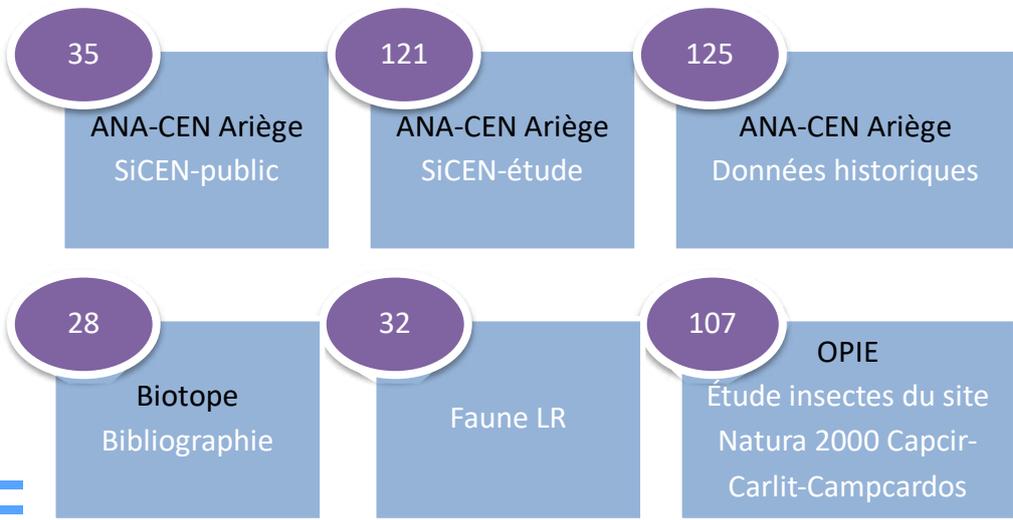


Figure 9 : Schéma de la compilation des données du Cuivré de la bistorte provenant de différentes bases de données et différentes structures. Le nombre de données est indiqué dans la bulle en haut à gauche de chaque encadré. Cartes montrant avant et après synthèse des données de Cuivré de la bistorte depuis 1962 en Ariège et dans les Pyrénées Orientales.

4.1.3 Évaluation de l'état de conservation des populations pyrénéennes du Cuivré de la bistorte

Objectifs : Évaluer l'état de conservation des populations du Cuivré de la bistorte afin de définir les priorités d'actions de restauration/entretien.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA-CEN Ariège

Partenaires sollicités : Fédération Aude Claire, CEN LR, stagiaire

Résultats attendus : Mise en évidence des stations les plus menacées. Pouvoir mettre en parallèle l'état des populations avec la répartition altitudinale des stations et émettre l'hypothèse d'un éventuel effet d'un changement climatique pour cette espèce dans les Pyrénées.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : état de conservation des populations mesuré par stations et par réseau de stations.

Méthode et outils :

En complément des connaissances sur l'espèce et ses stations (notamment grâce à l'expertise de Graham Hart, qui suit et connaît les stations depuis plus de 20 ans), le protocole consistait à effectuer un passage sur chaque site afin de pouvoir compléter les informations suivantes :

- Estimation des effectifs de ponte par sites
- La qualité de l'habitat à l'échelle du site et à l'échelle du réseau de sites
- Les perturbations éventuelles
- Estimation de la distribution du Cuivré de la bistorte

A) État des lieux des sous-populations et qualité des habitats

Connaissant globalement les milieux sur lesquels nous avons réalisé cette évaluation (le Cuivré de la bistorte vit dans des zones humides et les milieux plus mésophiles en bordure de zone humide lors de son cycle de vie), nous pouvons affirmer qu'en plus de définir la trame turquoise sur ce territoire et dans le cadre de cette étude, nous pourrions également connaître l'état de conservation de celle-ci et éventuellement comparer cet état à celui de la trame bleue (sur les sites concernés).

Variable environnementale	Estimateur
Recouvrement <i>Bistorta officinalis</i>	% sur le site
Recouvrement <i>Filipendula ulmaria</i> ((L.) Maxim., 1879)	% sur le site
Hauteur moyenne végétation	Cm
Recouvrement plantes nectarifères	rien, <5%, >5%
Recouvrement de touradons	% sur le site
Utilisation du site	ex. Troupeau
Structure de la lisère	1 : étagée, 0 : abrupte , absente : 2
Connectivité apparente	faible, moyenne, forte

Litière	Présence-absence
État des feuilles de <i>B. officinalis</i>	feuilles accessibles ou non, horizontales ou feuilles verticales
Traces de sangliers	Présence-absence
Principales plantes nectarifères	Liste des 5 espèces dominantes
Recouvrement buissons	% sur le site
Niveau de pâturage	0 : pas ou peu ; 1 : moyen ; 2 : fort, tendance à surpâturage
Type d'utilisation	Chevaux, Vaches, Fauche...
Zone refuge	1 : présence 0: absence
Utilisation pendant la période sensible	0: Non 1: Oui
Type d'équipements	Aucun, Parc ...
Surface	QGIS
Connectivité (Flux circuit) : CFbeta_1	Graphab (2.2.6)
Altitude	QGIS

Tableau 7: Variables environnementales relevées pour chaque site prospecté.

Dans le but de comparer l'état des sous-populations de *L. helle*, des transects permettant d'estimer la densité d'œufs ont été réalisés sur les sites de reproduction connus. Ils ont également été effectués aux Mouillères du Pla, anciennement occupées, afin de vérifier l'absence de l'espèce avec une pression d'échantillonnage équivalente (Figure 10). Dans un souci de comparaison avec les données antérieures récoltées par Graham Hart lors de sa thèse et par Nick Bowles en 2012, la méthode d'échantillonnage mise en place consiste en la réalisation de 3 à 6 transects de 20 mètres de long avec un quadrat de 1m² posé tous les 1 mètre, le premier quadrat se trouvant au point de départ du transect. Ils ont été placés dans les zones favorables à la ponte. Les œufs ont été dénombrés dans chaque quadrat en retournant toutes les feuilles de *B. officinalis* présentes.

En prenant exemple sur les variables environnementales utilisées par Goffart (2014) pour définir l'état de conservation d'une unité d'habitat, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée afin de regrouper les grands sites en fonction de l'état de l'habitat.

La cartographie des zones favorables à la ponte sur ces prairies humides a permis d'estimer par

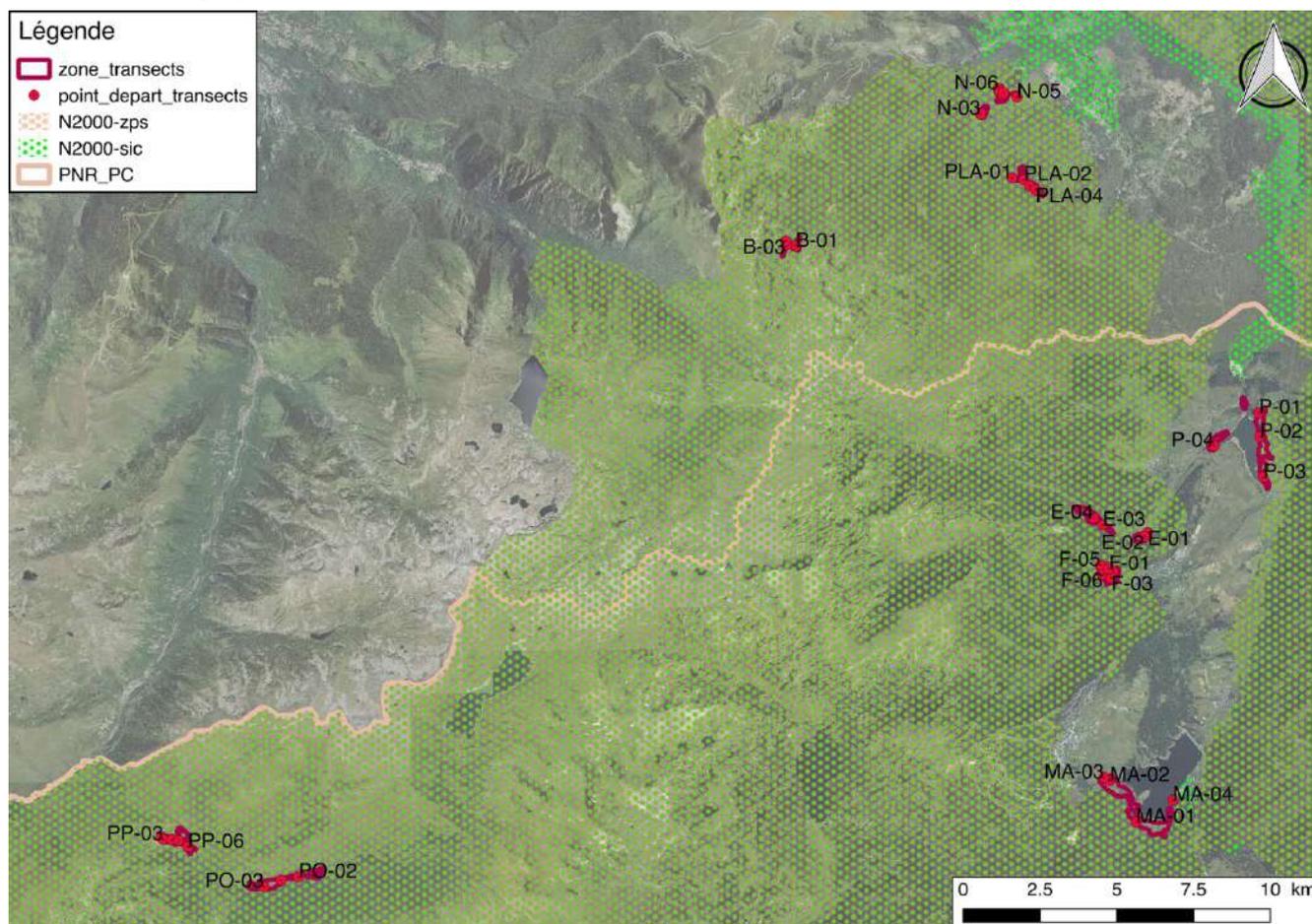


Figure 10 : Localisation des transects permettant le comptage des œufs de Cuivré de la bistorte.

extrapolation le nombre d'œufs sur chaque zone humide. La cartographie des zones favorables a été réalisée en parcourant les sites dans leur totalité à pied.

B) Modélisation de la distribution de *L. helle* : effet de la qualité de l'habitat, de sa connectivité et des pratiques agricoles associées

L'étude a eu lieu du 15/05/2019 au 16/07/19, afin de couvrir la période de présence des adultes et des œufs.

Dans le but de modéliser la distribution de *L. helle* ainsi que de caractériser l'effet de variables environnementales (Tableau 7) sur la présence de l'espèce, un protocole de « site-occupancy » a été mis en place (Mackenzie *et al.*, 2002, avec les conseils de Aurélien Besnard et Olivier Duriez (CEFE-Montpellier)). 2 types de sites sont étudiés dans cette étude : i) les sites ayant au moins une donnée historique de l'espèce ; ii) les sites ayant des caractéristiques favorables mais n'ayant pas de donnée historique (en Ariège seulement, puisque la cartographie des zones favorable y était disponible). En effet, il est approprié de se focaliser sur les sites de données historiques s'ils représentent la population d'intérêt principal (MacKenzie & Royle, 2005), mais afin de ne pas biaiser la probabilité de présence de *L. helle*, la prospection de zones favorables à l'espèce peut s'avérer intéressante et utile.

L'effort de prospection antérieur de la part de Graham Hart, des salariés de l'ANA-CEN Ariège, autres observateurs et des différentes études sur l'espèce (Inventaire N2000 Capcir-Carlit-Campacardos, OPIE, FauneLR, SiCen) ont permis d'obtenir un total de 124 sites à prospecter sur les Pyrénées. La délimitation des sites a été réalisée grâce à la photo-interprétation et la cartographie des zones humides (Inventaire zones tourbeuses du PNR-PC 2004-2006, BDD Zones humides DREAL, inventaires des zones humides d'Ariège par l'ANA-CEN ARIÈGE).

Les modèles d'«occupancy» permettent, en effectuant plusieurs passages successifs, d'estimer la probabilité de détection de l'espèce et la probabilité d'occupation des sites en fonction des variables estimées (Mackenzie *et al.*, 2002). La détectabilité de l'espèce peut varier selon des variables environnementales liées au site ou selon les caractéristiques du suivi (e.g. conditions météorologiques, observateurs, date, etc.). Deux passages sur chaque site (sauf exceptions, du fait d'un habitat trop défavorable à l'espèce (ex. jardin tondu)) furent effectués pour visiter un maximum de sites, ce qui est suffisant d'après Field *et al.* (2005). En considérant la phénologie des œufs, 2 passages espacés d'une semaine permettent de couvrir la période de présence. Un troisième passage a été effectué sur certains endroits jugés comme intéressants.

En fonction de la surface de la zone, un temps de protection maximal a été défini afin de ne pas biaiser l'effort de prospection. Le temps minimal de recherche des œufs étant fixé à 10 minutes et le temps maximal à 2h pour les plus grandes zones (26,6674 ha). Les œufs au revers des feuilles de *B. officinalis*. Dès qu'un œuf est observé, l'observateur arrête la prospection et peut passer au site suivant. Les observateurs définis pour ce protocole sont : Florine Hadjadj, Alexis Calard, Matthias Lee et Graham Hart de l'ANA-CEN ARIÈGE, Lionel Courmont du CEN-LR, Marine Daire et Guilhem Laurents du PNR-PC. L'ordre de prospection des sites est calculé en fonction de leur altitude. Les sites les plus bas (900 m) ont été prospectés en premier dans la saison.

Afin de caractériser l'effet de variables environnementales sur la présence de l'espèce (Tableau 7), l'estimation de chacune d'entre elles a été réalisée lors du premier passage. Lors du second passage, les observateurs ont pu rajouter des remarques éventuelles (ex. présence de troupeau, etc.). Certaines variables sont calculées par site *a posteriori* du terrain et permettent notamment de caractériser la connectivité des sites via le logiciel Graphab grâce au travail de Matthias Lee (Lee, 2019). L'indice utilisé est le « Flux circuit », proportionnel à la probabilité que l'espèce cible passe par le site. Les informations concernant le pâturage et les pratiques sont issues du terrain et des informations connues du PNR-PC et de l'ANA-CEN ARIÈGE. Les variables numériques continues ont été centrées puis réduites afin de pouvoir comparer leurs effets.

Résultats :

Sur les sites de reproduction identifiés (Tableau 8), l'estimation des effectifs de ponte a été réalisé au cours du stage de Florine Hadjadj. La cartographie des zones favorables à la ponte a été réalisée sur ces sites également. Les variables environnementales liées à la qualité de l'habitat pour la présence du Cuivré de la bistorte (Tableau 7) y ont été relevées et analysées à l'aide d'analyses statistiques.

Un protocole de site occupancy a été réalisé et a permis la production de cartes de vigilance en fonction des variables environnementales de chaque site prospecté.

Le travail de comparaison de l'état de conservation des sous populations de Cuivré de la bistorte et de l'état de conservation des trames bleues et turquoise reste à effectuer à l'aide des résultats des relevés phytosociologiques.

A) État des lieux des sous-populations et qualité des habitats

Site	Nombre de transect	Date	Surface d'habitat favorable à la ponte (m²)
Matemale	4	18/06/2019 et 20/06/2019	85432
Noubals	6	29/05/2019 et 06/06/2019	74897
Espouillouse	4	05/06/2019	63443
Puyvalador	4	07/06/2019	62177
Porte_col	5	27/06/2019	38789
Formigueres	6	05/06/2019 et 11/07/2019	30818
Balbonne	3	01/07/2019	19702
Porte_camping	3	14/06/2019	16421
Pla	3	18/06/2019	14375

Tableau 8: Transects pour le dénombrement des œufs de *L.helle* sur les grands sites de reproduction et aux Mouillères du Pla.

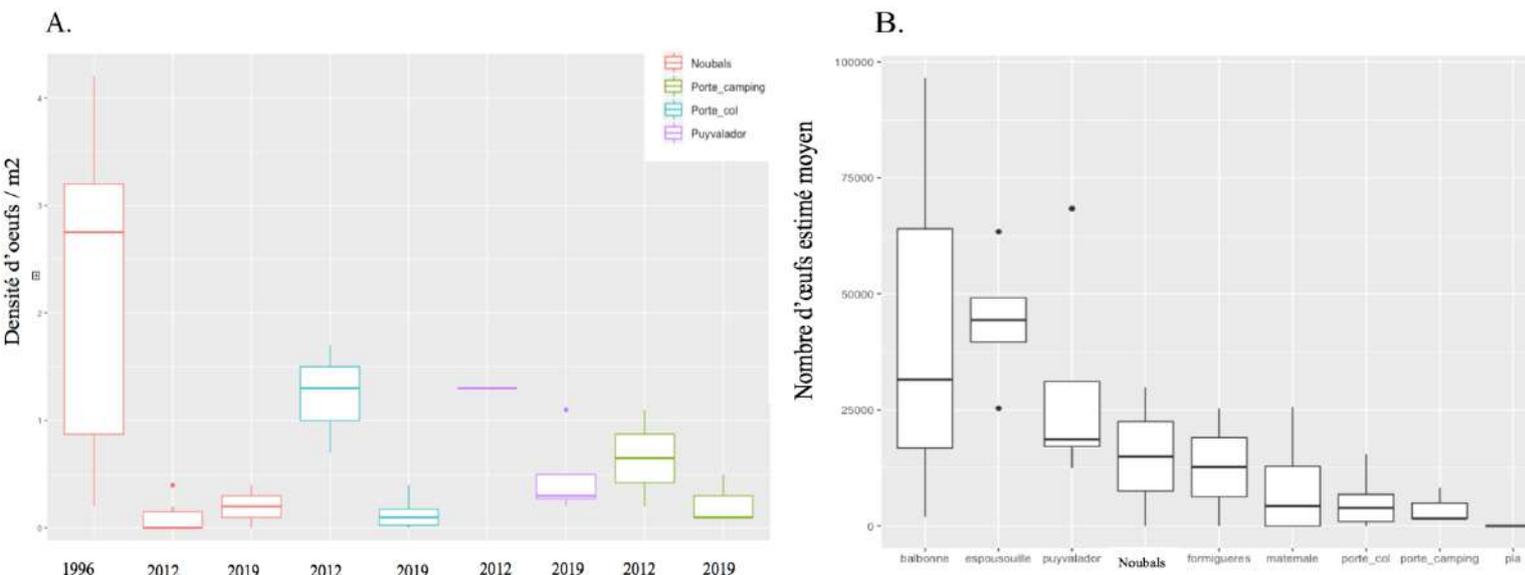


Figure 11 : Boxplot relatifs aux données de transects A. Comparaison des densité d'œufs par m2 par site et par année ; B. Nombre d'œufs estimés par site avec les transects de 2019 et la surface favorable à la ponte estimée.

Le dénombrement des œufs de *L. helle* le long de transects dans les zones favorables à la ponte a été effectué sur 9 grandes zones humides (Tableau 8). Ces transects permettent d'avoir une densité moyenne d'œufs par site. De plus, la cartographie des zones favorables à la ponte a permis de déterminer une surface d'habitat de ponte. La plus grande surface favorable à la ponte est retrouvée autour du barrage de Matemale et à l'inverse la plus petite surface est présente sur les Mouillères du Pla. La surface d'habitat favorable correspondant à un bon état de la population étant de 3 000 m² (Goffart, 2014), les sites ici présentés sont tous dans ce cas de figure.

En comparant les données de transects à Noubals en 2019 avec celles de 1996 (Hart, 1996), on observe une chute drastique de la densité d'œufs ($p_value = 0.01391$), cette chute ayant déjà été observée entre 1996 et 2012 ($p_value=0.01174$) (Figure 11.A). De la même façon, la densité d'œufs trouvée au col de Porté-Puymorens en 2012 était supérieure à celle trouvée en 2019 ($p_value = 0.02877$). Le nombre moyen d'œuf par site ne présente pas de différences significatives entre les 9 sites étudiés (Figure 11.B).

En Ariège, Balbonne recense le nombre maximal d'œufs sur un transect (49 œufs). Le nombre moyen d'œufs estimé sur ce site est de 43 344.4 œufs, mais l'écart type très élevé ne permet pas d'estimer avec précision le nombre d'œufs (Figure 11.B). Autour du barrage de Noubals, le nombre d'œufs moyen estimé sur les mouillères est de 14 979.4 œufs (écart-type = 11 842.26). Les Mouillères du Pla étaient considérées comme des zones utilisées par l'espèce jusqu'à 2015, année où le dernier œuf a été observé. Les transects effectués sur cette zone ont permis de chercher des œufs avec un effort de prospection important, pourtant aucun œuf n'a été trouvé. Ce site semble donc bien inoccupé.

Dans les P-O, les prairies d'Espousouille, ayant une grande surface pour la ponte (Tableau 8), apparaissent comme très importantes pour l'espèce avec un nombre d'œufs moyen de 44 410.1 (écart-type = 15540.3) (Figure 11.B). Le nombre d'œufs moyen décroît ensuite depuis les zones humides de Puyvalador (29534.07 œufs), jusqu'aux sites à Porté-Puymorens (porte_col : 5171.867 et porte_camping : 3831.567).

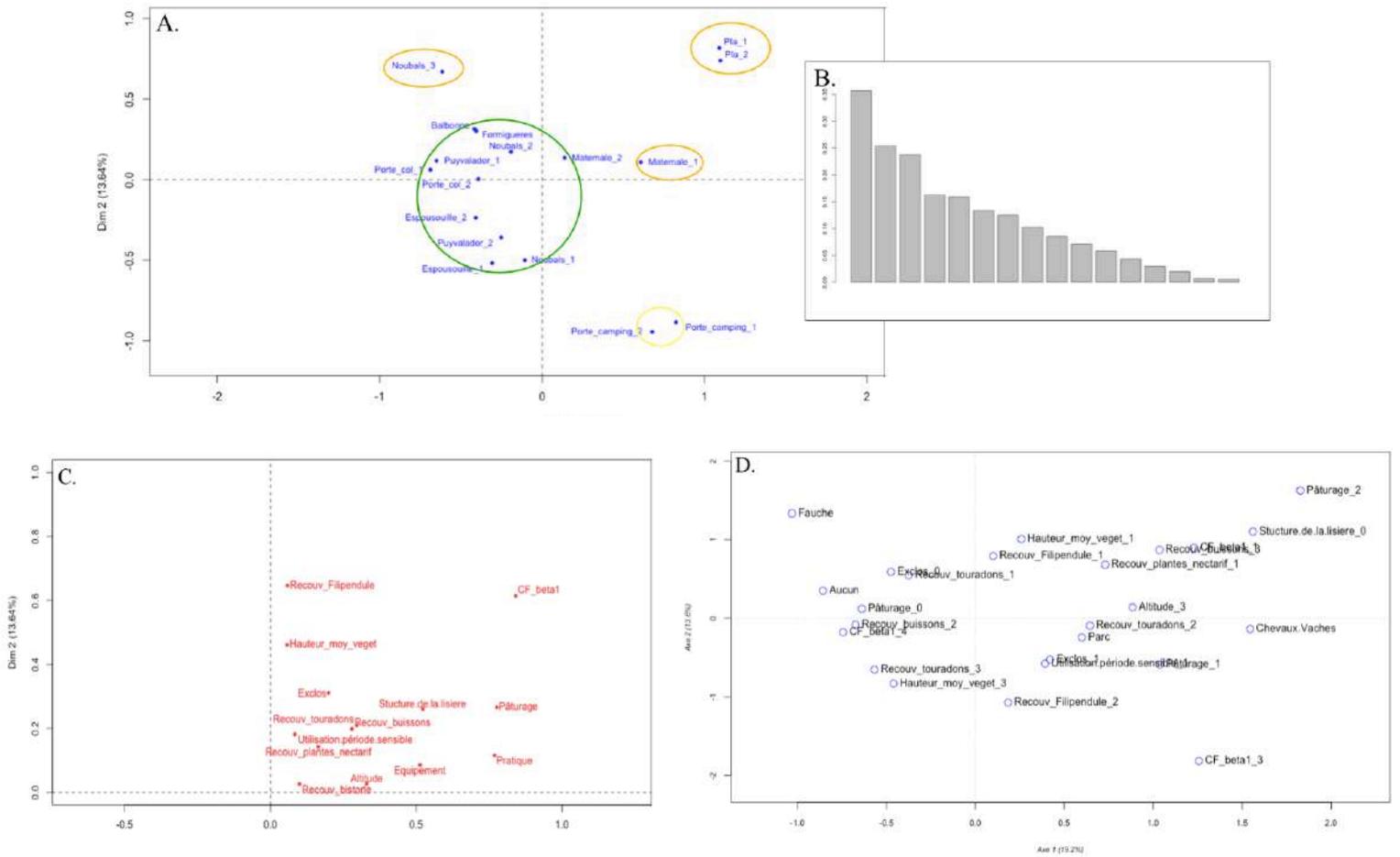


Figure 12 : Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sur les grands sites de reproduction, projection sur les deux premiers axes factoriel
 A. Projection des sites de reproduction ; B. Histogramme des valeurs propres ; C. Projection des variables ; D. Projection des modalités les mieux représentées .

Les deux premiers axes factoriels de l'ACM, ayant une inertie respective de 19,2% et 13,64% (Figure 12.B), permettent de regrouper les sites entre eux (Figure 12.C). Les modalités de ces variables les mieux représentées sont projetées sur ces deux mêmes axes factoriels (Figure 12. D).

Les mouillères du Pla sont déconnectées des autres zones humides (flux circuit faible), et ont un faible recouvrement (<5%) de plantes nectarifères (Figure 12). Ces caractéristiques, et en particulier la connectivité, font des Mouillères du Pla une zone peu propice à la présence d'une sous-population.

Le barrage de Noubals est composé de 3 sous-ensembles. Noubals 3 est une parcelle fauchée avec de peu de touradons. Elle n'est donc pas dans un bon état pour la présence du papillon. Pour autant, une population est présente dans les deux autres sous-ensembles du site, Noubals_1 et Noubals_2. Noubals_2 a un recouvrement de *B. officinalis* plus faible que les prairies de Noubals_1. Ces deux sites sont regroupés sur le plan formé par les deux axes factoriels avec les sites de Formiguères, Puyvalador, Espousouille, le col de Porté-Puymorens ainsi que Matemale_2. Ils sont caractérisés par un recouvrement de *B. officinalis* allant de 15 à 20 %, un recouvrement en touradons faible à moyen, une absence ou un faible niveau de pâturage ainsi qu'une bonne valeur de connectivité (Flux circuit) (Figure 12. D). Parmi ces secteurs, on peut retrouver les sites avec la plus grande densité d'œufs (Figure 9). Ce sont les habitats dans le meilleur état pour le maintien des sous-populations de *L. helle*. Le site de Matemale_1 est un peu à part, avec un faible recouvrement en touradons et une pression de pâturage moyenne (Figure 12.A).

Enfin, les zones humides en contrebas du village de Porté-Puymorens (Porte_camping 1 et 2) sont caractérisées par un pâturage de bovins et équins pendant la période de présence du papillon. Ces secteurs sont bien connectés et la végétation y est favorable (touradons, *B. officinalis*, litière). La colonisation par des

ligneux (bouleaux) ainsi que la mise en place de drains pour permettre la fauche des parcelles sont cependant à surveiller.

B) Modélisation de la distribution de *L. helle* : effet de la qualité de l'habitat, de sa connectivité et des pratiques agricoles associées

Suite aux différents passages sur les 124 sites identifiés, l'espèce fut détectée sur 41 sites. Le nombre de visites total sur tous les sites fut de 233 avec 67 détections, les œufs étant la majorité des indices de présence.

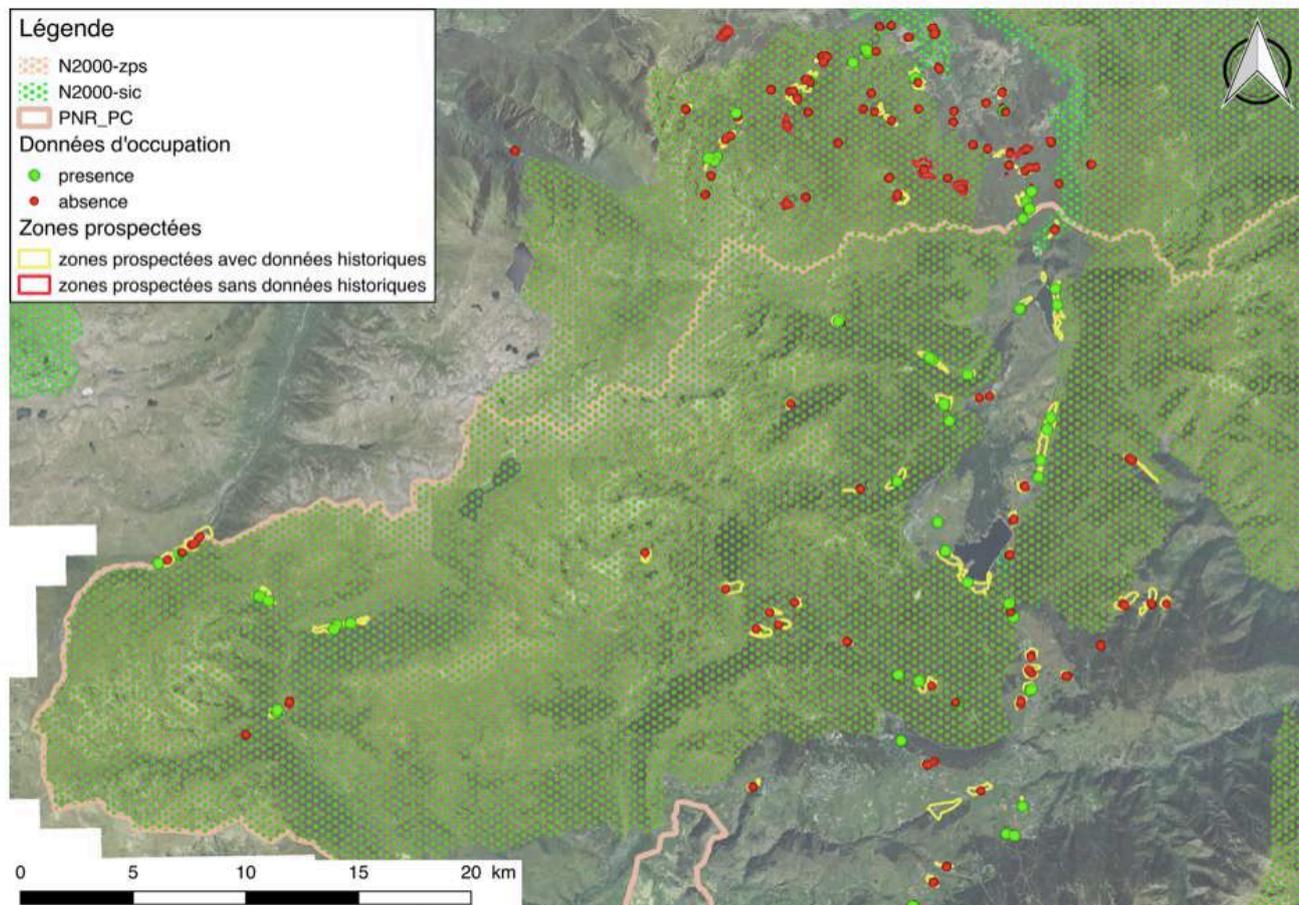


Figure 13 : Carte des données de présence - absence sur les 124 sites prospectés en Ariège et dans les Pyrénées Orientales.

10 sites ont permis la détection de l'espèce en Ariège et 31 sites dans les Pyrénées Orientales (Figure 13).

Les prospections des sites sans données historiques ont permis d'identifier 3 nouvelles zones de présence des œufs du papillon. La probabilité de présence estimée moyenne sur tous les sites prospectés est de 0.345. En différenciant les deux départements, cette probabilité est 0.1079 sur les sites ayant au moins une donnée historique en Ariège. Dans les Pyrénées Orientales, elle est de 0.5011.

Le modèle construit à partir des données de présence-absence et des variables environnementales relevées permet d'identifier les conditions environnementales favorables à la présence de l'espèce, en particulier ses œufs (Tableau 9). Toutes les variables ont été testées dans différents modèles. Après une sélection de modèle (sélection des variables du Tableau 7), celui permettant d'expliquer au mieux les données d'occupation est présenté dans le Tableau 9. Ainsi, les variables environnementales ayant un effet positif sur la présence des œufs de *L. helle* sont i) le recouvrement de touradons, ii) le flux circuit (mesure de la connectivité par Graphab), et iii) la présence d'une zone refuge, c'est à dire une zone préservée du pâturage. Un pâturage fort avec une tendance au surpâturage (Pâturage2) a un effet négatif fort sur la présence (Tableau 9). L'effet d'un pâturage moyen n'est pas significatif (effet = -1.478 ; p_value = 0.09542) mais il semble tout de même y avoir une tendance pour un effet négatif. La lisière arborée est un élément du paysage important puisqu'il permet de protéger l'habitat contre le vent, sert de reposoir pour les mâles et d'abri en général. Ainsi, l'absence de lisière est défavorable à la présence du papillon (effet = -3.174 ; p_value = 0.04285). Pour autant, la présence d'une lisière étagée n'a pas d'effet significatif par rapport à la présence d'une lisière abrupte.

Type	Variable	Effet	Ecart-type	Z	P_value	Significativité
Occupation	<i>(Intercept)</i>	-41.92600	9692.70900	-0.00433	0.99655	
	Flux circuit (CF-beta1)	1.73100	0.60200	2.87285	0.00407	***
	Recouv_touradons	1.93800	0.59300	3.26552	0.00109	***
	Paturage1	-1.478	0.886	-1.66746	0.09542	*
	Paturage2	-2.307	1.008	-2.28997	0.02202	***
	Zone refuge1	2.685	1.087	2.47100	0.01347	***
	<i>Lisière etagée</i>	-0.146	0.840	-0.17392	0.86193	
	Absence de lisière	-3.174	1.568	-2.02515	0.04285	***
	<i>Recouv_plantes_nec tarif1</i>	10.943	191.709	0.05708	0.95448	
	<i>Recouv_plantes_nec tarif2</i>	13.695	191.711	0.07143	0.94305	
	Connectivite1	2.997	1.613	1.85815	0.06315	*
	Connectivite2	2.669	1.501	1.77762	0.07547	*
	<i>Litiere1</i>	26.956	9687.650	0.00278	0.99778	
	<i>Recouv_bistorte</i>	-0.168	0.456	-0.36958	0.71170	

Tableau 9 : Résultats du modèle de « site occupancy » suivant : $occu$ (formula = $\sim nua \sim CF_beta1 + Recouv_bistorte + Recouv_touradons + Paturage + Zone\ refuge + Structure.de.la.lisiere + Recouv_plantes_nectarif + Connectivite + Litiere + Recouv_plantes_nectarif$, data = pw) **AIC = 174.2981**.

Les covariables ayant un effet significatif sont en gras. Celles étant significatives à 0.10 étant marquées d'une seule étoile alors que celles étant significatives à 0.05 sont marquées de trois étoiles.

Le recouvrement en fleurs nectarifères est important pour le nourrissage des adultes dans les sites de reproduction (Herledan, 2017) mais n'apparaît pas ici comme une variable ayant un effet significatif sur la présence des œufs, pourtant lors de l'absence de celles-ci, la probabilité d'occupation prédite est de 0. De la même façon, en cas d'absence de litière, la probabilité d'occupation prédite par le modèle est de 0 mais l'effet de la présence de celle-ci n'est pas significatif (Tableau 9). Cela s'explique par la présence de nombreuses prairies humides avec de la litière mais n'accueillant pas *L. helle*. La présence de *B. officinalis* est indispensable pour la présence de l'espèce et des œufs tout particulièrement. Pourtant son recouvrement mesuré dans cette étude n'apparaît pas comme significatif (Tableau 9). En effet, la probabilité de présence estimée est très variable autour de la moyenne du recouvrement de *B. officinalis*.

L. helle, en plus d'être une espèce spécialiste pour sa plante hôte, est une espèce qui affectionne les milieux ouverts. La mesure de la connectivité apparente sur le terrain semble avoir un effet positif de 2.667 pour les espaces les plus ouverts (Tableau 9). Les sites entourés par de la forêt et très peu connectés aux autres zones humides (Connectivite0) ont une plus faible probabilité d'être occupé.

Les différents passages sur les sites permettent d'estimer la probabilité de détection de l'espèce. Elle est ici plutôt élevée avec une valeur moyenne de 0.755 ($\sigma = 0.113$).

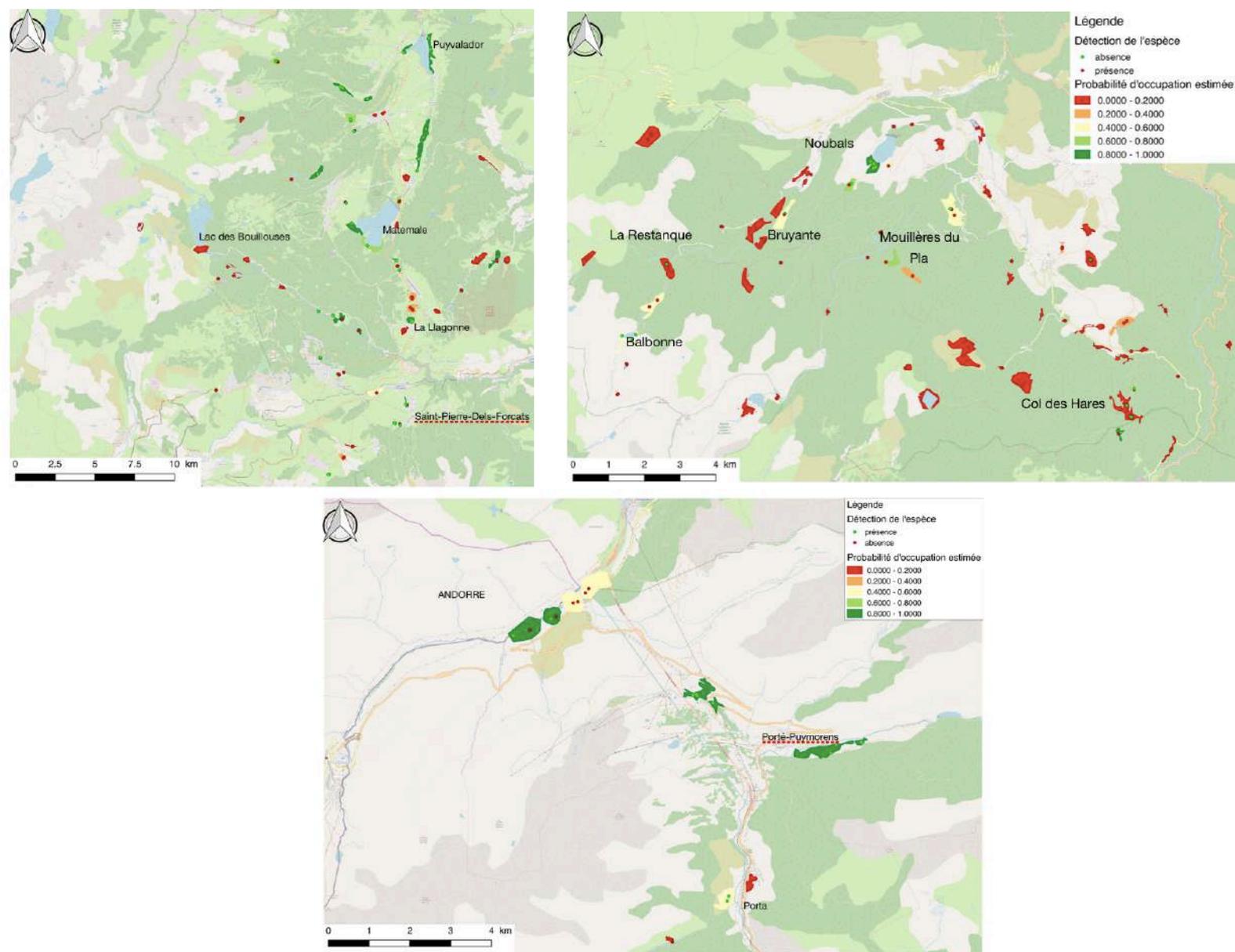


Figure 14: Cartes des probabilités d'occupation estimées par le modèle

Le modèle proposé ici a permis de calculer la probabilité qu'une zone prospectée soit occupée. En prenant en compte la détection imparfaite, le modèle d'occupancy permet d'estimer les zones où l'espèce a pu être manquée. Des cartes de vigilance quant à la présence de cette espèce protégée ont donc été produites (Figure 14). Certains sites ont une forte probabilité d'occupation et pourtant aucun signe de présence de l'espèce n'a été observé (ex. Vallée de Sansa). De nouvelles prospections pourraient permettre de l'y détecter.

Ces cartes sont à analyser avec précaution car elles sont basées sur les variables environnementales relevées mais il y a parfois des incohérences entre la probabilité de présence et les données de présence récoltées sur le terrain. En Ariège, les prairies humides du lac de Balbonne par exemple, accueillent une population de *L. helle* pourtant ce site apparait comme ayant une probabilité d'occupation entre 0.4 et 0.6 (Figure 14), la particularité de cette zone en terme de végétation fait de ce site un cas à part. Certaines zones humides où des œufs ont été trouvés et apparaissent donc en rouge sur la carte (ex. Col des Hares, La Restanque) (Figure 13). Les sites à proximité du Col des Hares ne sont pas affectés par le pâturage et ressortent donc avec une probabilité d'occupation entre 0.6 et 1, ce qui est cohérent avec l'observation d'œufs lors du deuxième passage. Ces sites sont notamment des nouveaux sites de présence pour l'espèce. Dans les alentours du village de Quérigut, un autre nouveau secteur de présence de l'espèce a été découvert. Un mâle adulte y a été observé. Pourtant, sur cette petite zone humide, aucun œuf n'a été observé.

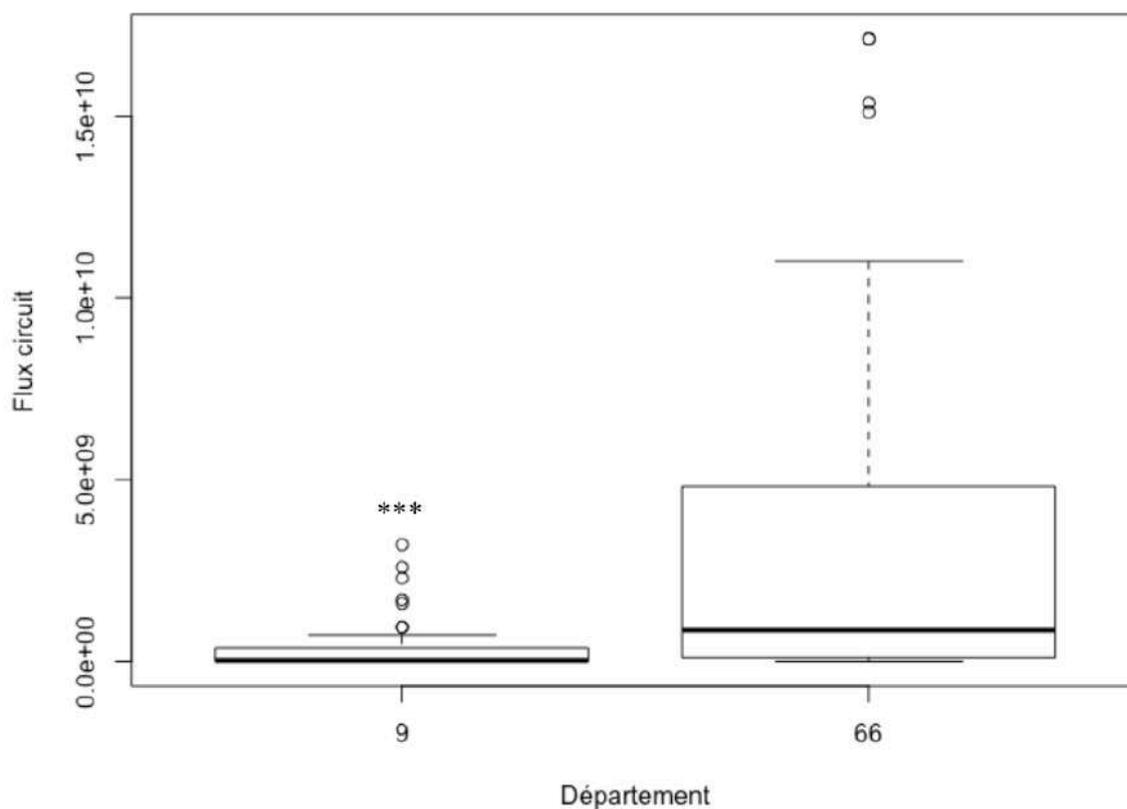


Figure 15: Boxplot de l'indice Flux Circuit calculé pour tous les sites en fonction du département dans lequel ils se trouvent (09: Ariège, 66: Pyrénées Orientales) (***) : $p_value < 0.05$

Dans les Pyrénées-Orientales, un nombre plus important de sites occupés a été rencontré. Les populations semblent encore connectées entre le barrage de Puyvalador, la vallée du Galbe et Matemale. En effet, les valeurs de l'indice flux circuit sont significativement plus importantes pour les secteurs des Pyrénées-Orientales par rapport aux Ariégeois ($p_value = 1.172 \times 10^{-6}$, Figure 15). Néanmoins, le pâturage important sur de nombreux sites diminue leur probabilité d'occupation (Figure 14), notamment sur le secteur du lac des Bouillouses, autour de La Llagonne et en aval du barrage de Matemale. La plupart des zones humides prospectées où le pâturage est moins important sont occupées (ex. le long de la route vers lac des Bouillouses).

Des zones humides très intéressantes pour *L. helle* ont été visitées autour de Saint-Pierre-Dels-Forcats. Une sous-population y est soupçonnée.

Pour autant, une sous-population avait été mentionnée par le spécialiste Graham Hart au Col de la Perche. Les 3 passages sur ce site pendant la période de présence de l'espèce n'ont pas permis de la contacter. La cartographie des habitats de ce site a été réalisée et les résultats sont en cours d'analyse. L'état de ces habitats expliquerait potentiellement l'absence de l'espèce sur ce site.

Enfin, une grande distance sépare les sites d'Eyne des sites de Porta et de Porté- Puymorens. Trois sous-populations y sont identifiées, l'une vers la station de sports d'hiver de Porté-Puymorens, l'autre sur les contrebas du village, et la dernière à la frontière avec l'Andorre.

Bilan des résultats :

La sous-population autour de l'étang de Balbonne découverte en Juillet 2011, semble avoir la concentration d'œufs la plus importante d'Ariège. Ce site haut en altitude pose la question de la remontée de l'espèce face au changement climatique (Menéndez, 2007). Situé à près de 1900 m d'altitude, ce site est moins soumis aux pressions humaines. La pression de pâturage est moins forte du fait de la difficulté d'accès du site. Tous ces éléments en font un site majeur pour la conservation de l'espèce dans les Pyrénées. Le site de Noubals, plus bas en altitude, reste un site important de reproduction en Ariège.

Pour les sites de reproduction des P-O, les sites d’Espousouille et Puyvalador sont les sites les plus importants. L’absence de pâturage pendant la période de présence de l’espèce ainsi que les prairies à *B. officinalis* et touradons de molinie (*Molinia caerulea*) sont favorables à la ponte (Hart, 1996). La grande surface de ces zones humides, ainsi que la présence de fleurs nectarifères, de lisières arborées et de litière placent ces deux sites en bon état pour la présence de l’espèce.

L’étude de la métapopulation de *L. helle* a été réalisée à travers un modèle de distribution d’espèce, et une estimation par transects des densités des sous-populations identifiées. En comparant avec des données historiques (1996, 2012), les sous-populations sont en déclin. La probabilité de présence sur les sites étudiés y est de 0.16 en Ariège contre 0.5 dans les Pyrénées-Orientales. La connectivité réduite des zones humides ariégeoises permet moins d’échange entre les sous-populations et limite la colonisation de nouveaux sites. D’autre part, nous avons pu identifier qu’un pâturage fort affecterait négativement la présence de l’espèce tout comme l’absence de lisière arborée. Un fort recouvrement de touradons et la présence de zones refuges où il n’y a pas de pâturage sont des variables environnementales favorables à la présence de l’espèce.

Grâce à la mise en œuvre de ces deux protocoles, des zones de vigilance par commune (Figure 16) et par mailles de 500m² (Figure17), à transmettre aux services de l’État et aux collectivités territoriales, ont pu être créés. Ainsi les agents pourront s’y référer dans le cas de projet de PU, PLUi ou autre projets liés aux communes concernées par l’espèce.

Liste des 29 communes concernées par la présence de l’espèce :

Angoustrine-Villeneuve-des-Escaldes ; Artigues ; Ayguatèbia-Talau ; Bolquère ; Caudiès-de-Conflent Égat ; Eyne ; Font-Romeu-Odeillo-Via ; Fontpédrouse ; Fontrabiouse ; Formiguères ; L’Hospitalet-près-l’Andorre ; La Cabanasse ; La Llagonne ; Le Pla ; Les Angles ; Llo ; Matemale ; Mijanès ; Mont-Louis ; Orlu ; Porta ; Porté-Puymorens ; Puyvalador ; Quérigut ; Railleu ; Réal ; Rouze ; Saint-Pierre-dels-Forcats.

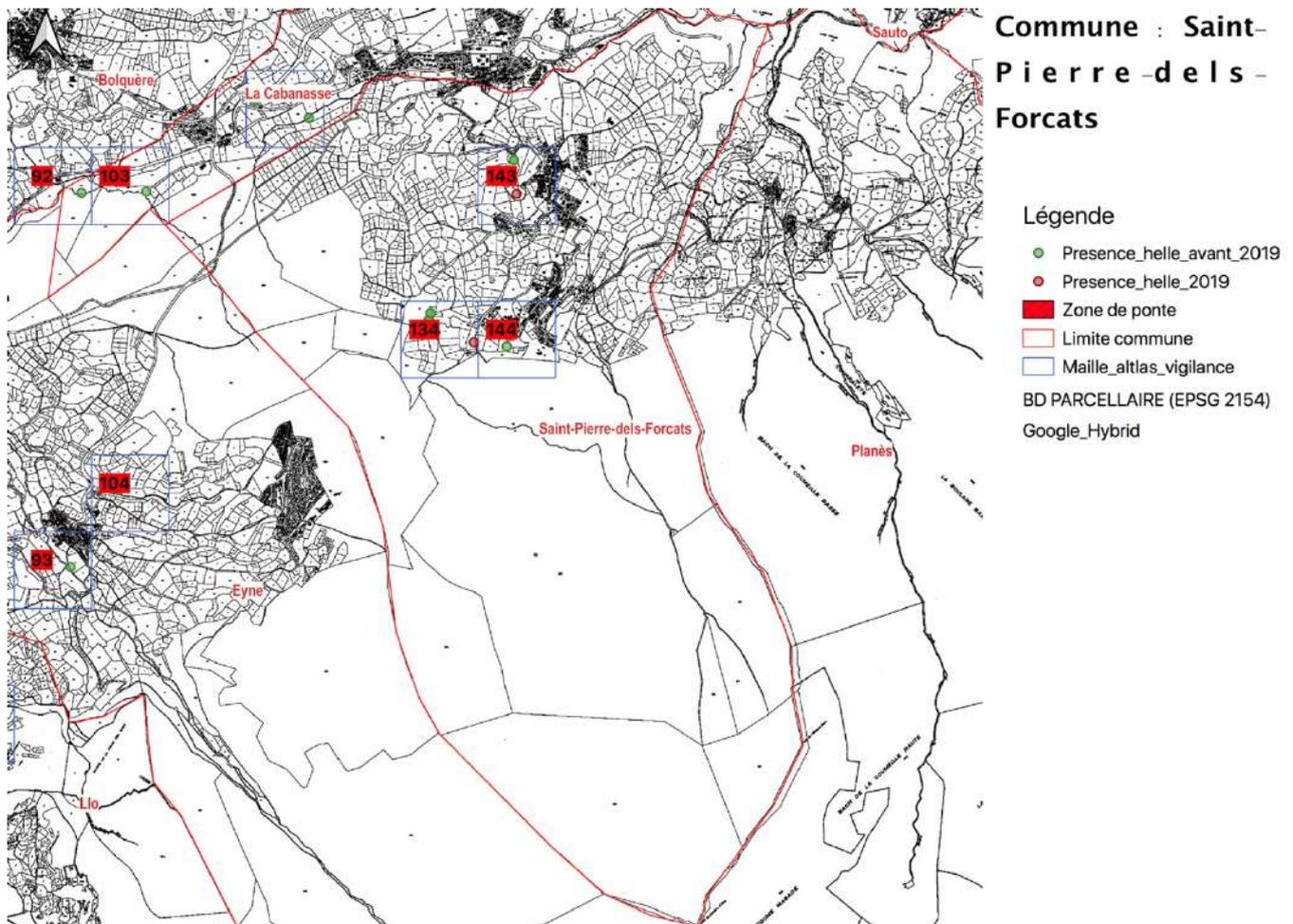


Figure 16. Exemple de carte à l’échelle communale montrant les différentes mailles comprenant des données de présence du Cuivré de la bistorte ou des zones de pontes. Les numéros affichés dans les mailles permettent de situer géographiquement les cartes à l’échelle de la maille (Figure suivante).

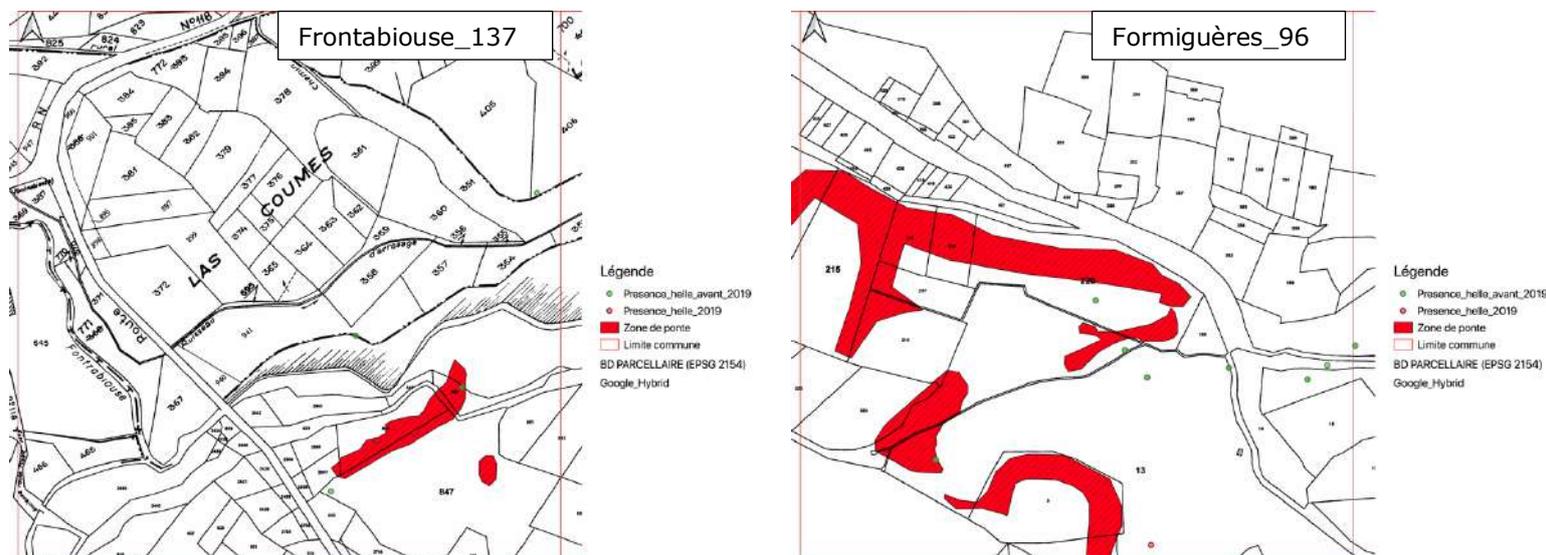


Figure 17. Exemple de carte à l'échelle de la maille montrant les différentes parcelles comprenant des données de présence du Cuivré de la bistorte ou des zones de pontes. Le numéro de référence de la maille est situé en haut à gauche des cartes.

181 cartes basées sur des mailles de 500m² ont été éditées de façon à couvrir tous les sites à enjeux pour cette espèce. Toutes les cartes n'ont pas été insérées dans ce livrable mais elles pourront être envoyées ultérieurement.

En termes de perspectives, il serait intéressant d'intégrer une modélisation de la trame turquoise dans cet outil de vigilance concernant la protection du Cuivré de la bistorte et des espèces associées.

4.1.4 Définition des habitats utilisés par le papillon dans les Pyrénées.

Rappel des objectifs et des résultats attendus

Objectifs : Avoir une meilleure connaissance de la typologie des zones humides accueillant le Cuivré de la Bistorte afin de travailler sur un territoire cohérent pour la conservation de l'espèce et d'établir une carte de vigilance des zones potentielles pour la DREAL Occitanie (qui pourra transmettre ce document à d'éventuels porteurs de projets).

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : Fédération Aude Claire, CENLR

Résultats attendus : Un apport de connaissances sur les habitats du Cuivré et les zones humides occupées et une meilleure prise en compte des habitats sensibles

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Listes des habitats types pour le papillon. Carte des habitats types sur le territoire. Elle pourra être mise en parallèle avec les données du fonctionnement hydrologique sur ce même territoire. Cela nous permettra d'évaluer dans quelle mesure la protection de ces habitats va également servir à la protection du réseau des zones humides et donc de la trame bleue du territoire.

Méthode et outils :

Il s'agira de définir les types d'habitats utilisés par le Cuivré de la bistorte. La méthodologie a été discutée et élaborée en début de projet avec les botanistes des structures partenaires Clémentine Plassart (FAC), Sylvain Nicolas (CEN LR) et Cécile Brousseau(ANA-CEN Ariège).

Méthode d'acquisition des données sur le terrain

Pour la description des habitats, l'approche phytosociologique sigmatiste a été privilégiée : elle utilise les espèces floristiques pour caractériser des associations végétales. La logique de description de terrain est la suivante. Pour chaque unité de végétation :

- Rattachement à une formation définie dans le système phytosociologique français, la référence étant celle définie par le Prodrôme des végétations de France (Bardat et al.2004).
- Rattachement entre la nomenclature phytosociologique et les typologies CORINE BIOTOPE (1997) et Eur27

Toutes les espèces végétales présentes sont inventoriées par strate (strates arborées, arbustives, herbacées), puis un indice d'abondance leur est attribué selon la méthode Braun-Blanquet :

- 5 : espèces recouvrant plus de 75 % de la surface du relevé ;
- 4 : espèces recouvrant 50 à 75 % de la surface du relevé ;
- 3 : espèces recouvrant 25 à 50 % de la surface du relevé ;
- 2 : espèces recouvrant 5 à 25 % du relevé ;
- 1 : espèces ayant une couverture faible, jusqu'à 5 % ;
- + : espèces ayant une couverture très faible ; i : individus isolés).

Le relevé est ensuite analysé et comparé à d'autres relevés afin de lui rattacher un syntaxon.

Dans le cadre de ce programme, en plus des descripteurs classiques (altitude, pente, hauteur de végétation, géologie, surface de relevés, gestion observée etc), ont été également notés : le pourcentage de recouvrement des touradons, d'eau libre, de sphaignes, qui semblent importants dans l'écologie du Cuivré (Annexe 7).

Échelle de cartographie

Pour chaque site, deux périmètres ont été définis avec les entomologistes :

- Zone de reproduction du Cuivré avec une caractérisation la plus précise possible : relevés obligatoires selon la méthodologie décrite pour les différents faciès que l'observateur peut délimiter sur le terrain
- Zone de fonctionnalité déterminée en fonction de l'écologie du Cuivré et de la fonctionnalité des zones humides : utilisation des typologies classiques, la nécessité de faire des relevés est laissée au choix de l'observateur.

L'échelle de cartographie est le 1/2500^{ème}. Il a été convenu de limiter au maximum les polygones d'habitats croisés.

Un formulaire de saisie commun a été créé pour faciliter la compilation des données.

Sites étudiés

<i>Site</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Surf totale (ha)</i>	<i>Surf zone repro (ha)</i>
<i>Porta</i>	1850	29	22
<i>Col puymorens</i>	1620	106	13
<i>Balbonne (09)</i>	1900	9	5
<i>Puyvalador</i>	1450	125	38
<i>Val de Galbe</i>	1530	42	20
<i>Col de la Perche</i>	1550	134	42
<i>Matemale lac</i>	1550 à 1700	71	48
<i>Pla d'Amunt (formiguères)</i>	1585	35	16
<i>Surf totale)</i>		<i>551</i>	<i>204</i>

Analyse des données

Le jeu de données obtenu nous apporte un premier lot d'information (évaluation patrimoniale, lien avec les

notions de flux et de stock en fonction de types d'habitat¹). Il peut également nous permettre d'explorer d'autres aspects :

- replacer l'habitat dans la dynamique des successions végétales
- Utiliser les valences écologiques des espèces et des indicateurs de type « indices floristiques d'engorgement, de fertilité et de qualité floristique » du programme Rhoméo afin d'avoir une première évaluation de l'état et du niveau d'altération de la zone humide dans sa globalité
- Définir un état à atteindre que ce soit en termes de cortèges floristiques qu'en termes de fonctionnement hydrologique qui orienteront éventuellement les futures actions de gestion et/ou restauration.

Les éléments exposés dans le présent rapport sont une première approche.

Un traitement cartographique sous SIG permet de déterminer les habitats utilisés par le papillon

- Zone de ponte
- Zone d'utilisation des adultes (patrouilles, alimentation, thermorégulation)

Résultats

Le travail de terrain a permis de cartographier 561 ha et de réaliser 131 relevés.

Listes des grands types d'habitats

Sur les 8 sites où les données habitats sont disponibles, sur les zones de fonctionnalité et de reproduction, il a été déterminé **31 types d'habitats humides et aquatiques et 16 types d'habitats mésophiles (Tab. 10)** soit au final 47 types d'habitats différents selon la typologie Corine Biotope.

Tableau 10 : Liste des types d'habitats (jeu de données au 15 novembre 2019), code Corine biotope et statut

	Nom de l'habitat	Code Corine biotope	Code Eur27
Habitats mésophiles	Landes mésophiles		
	Lande à Callune	31,2	4030-18
	Landes subalpines acidiphiles hautes à Rhododendron ferrugineux	31,42	
	Lande à Genêt purgatif	31,842	5120-2
	Junipéraie secondaire	31,88	5130-2
	Pelouses mésophiles		
	Pelouse sèche à Fétuque de Leman	35,1	6230-15
	Pelouses du <i>Violion caninae</i>		
	Pelouse acidophile à Nard raide	36,31	6230-15
	Pelouse à Festuca eskia	36,332	
	Prairies mésophiles		
	Prairie de fauche mésophile de montagne ²	38,3	6520-2
	Prairie mésophile pâturée	38,1	
	Végétation d'ourlets mésophiles		
	Végétation nitrophile	87,2	
	Mégaphorbiaie à Epilobium angustifolium	31,87	
	Ourlets montagnards thermophiles ³	37,82	6430
	Habitats boisés		
	Pinède de Pin sylvestre et/ou Pin à crochet	42 42,413	
	Habitats rocheux		

¹ Ref scop sagne

² Il existe des variantes à tendance hygrophile ou méso-hygrophile

³ Il existe des variantes à tendance hygrophile

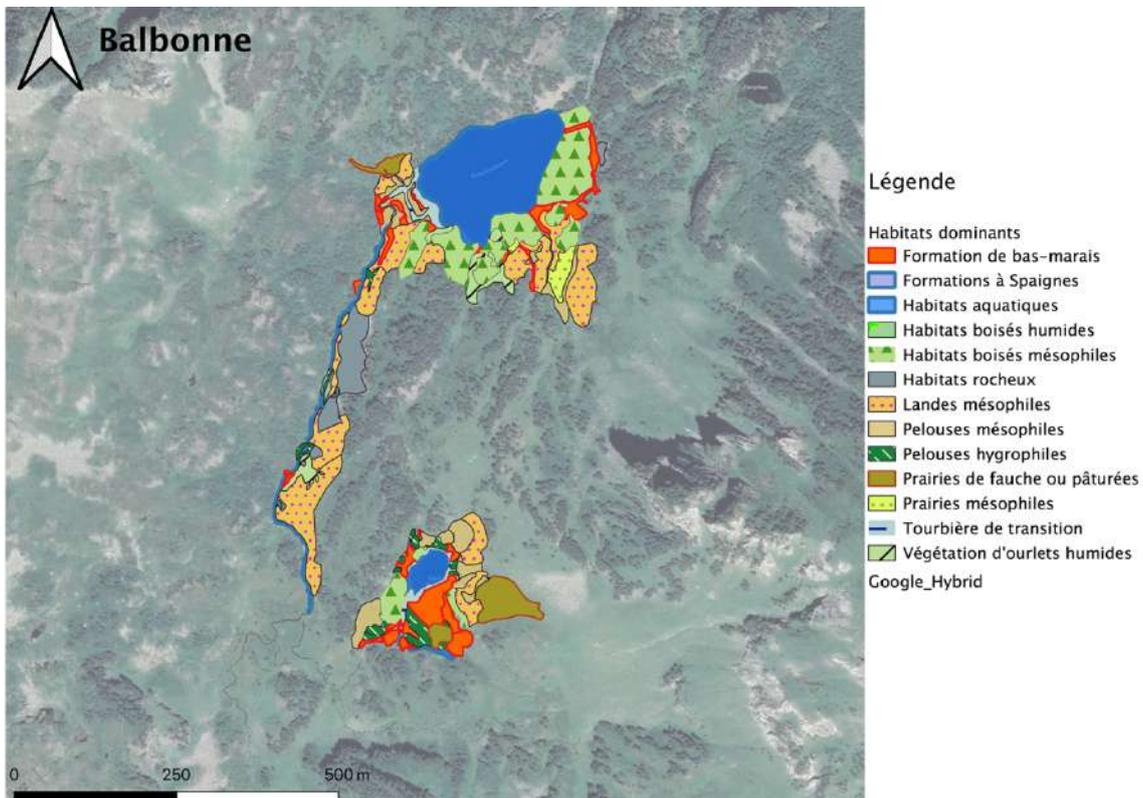
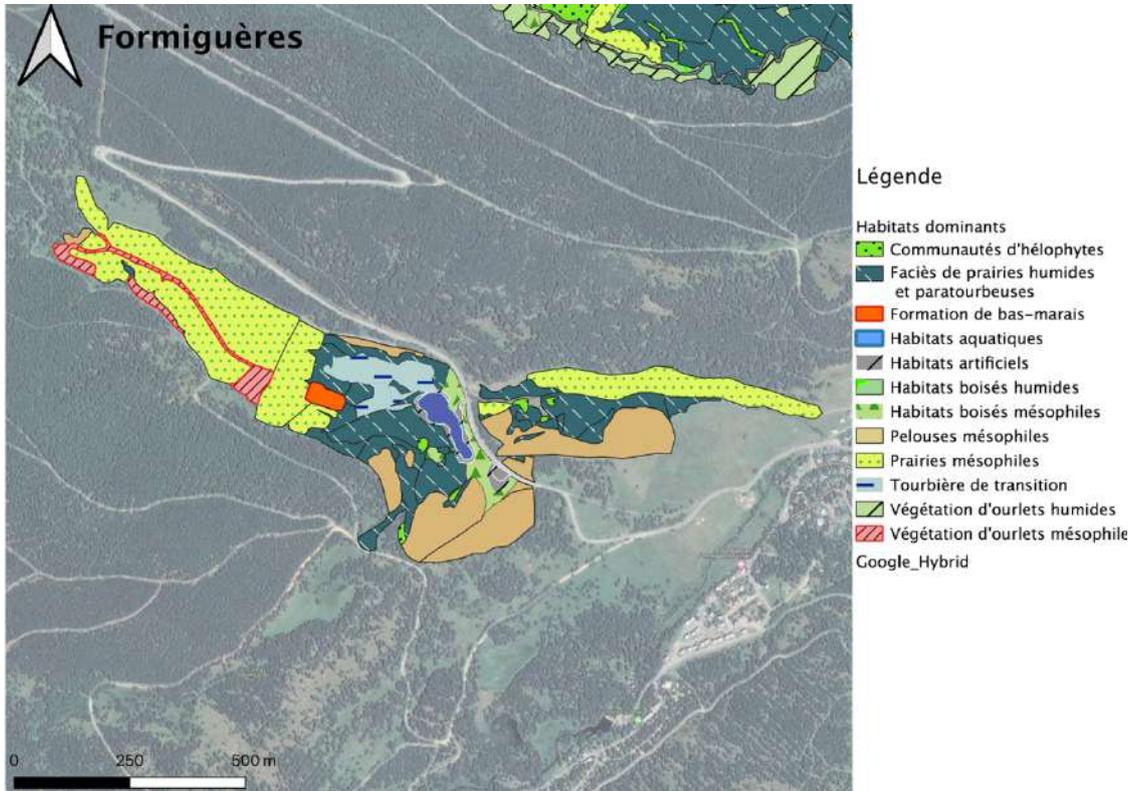
	Pelouse pionnière des dalles siliceuses	62,3	8230-3
	Habitats artificiels		
	Secteurs anthropisés, maison, jardins, dépôts, routes...	8	
Habitats aquatiques et humides	Habitats aquatiques		
	Eau libre	22	
	Rivières	24,1	
	Ourlets humides		
	Mégaphorbiaie à Reine des Prés	37,1	6430-1
	Ourlets montagnards humides	37,8	6430
	Pelouses et prairies de fauche hygrophiles		
	Nardaie humide	37,32 36,312	6230
	Faciès de prairies humides et paratourbeuses		
	Prairie humide à Molinie dégradée	37,2	
	Prairie à Canche cespiteuse	37,213	
	Prairies humides à Jonc acutiflore	37,22	6410-11
	Pré tourbeux dégardé à Juncus effusus	37,217	6410-11
	Prairie à Molinie diversifiée	37,312	6410-11
	Prairie paturée hygrophile de montagne	36,5	
	Prairie de fauche hygrophile de montagne	38,3	6520-2
	Habitats tourbeux		
	Tapis de sphaignes vertes pionnières	51,1	7110
	Landine hygrophile sur buttes de sphaignes	51,11	4060-1&7110
	Chenaux superficiels, cuvettes peu profondes	51,12	
	Bas marais basiclinophile à Trichophorum cespitosum	54,232	7230-1
	Tourbières basses alcalines pyrénéennes	54,24	7230-1
	Bas marais à Juncus filiformis	54,4222	
	Bas marais acidiphile à Carex nigra	54,424	
	Bas marais acides à Trichophorum cespitosum	54,45	
	Tremblant à Carex rostrata, sphaigne et tréfle d'eau	54,5	7140-1
	Radeaux à Menyanthes trifoliata et Potentilla palustris	54,59	7140-1
	Tremblant à Carex rostrata	54,53	7140-1
	Végétation de source et communautés d'helophytes		
	Végétation fontinale	54,11	
	Groupement à Eleocharis palustris	53,14A	
	Magnocariçaie à Carex rostrata	53,214	
	Magnocariçaie à Carex paniculata	53,216	
	Habitats boisés humides		
Bois de Bouleau	41,b		
Pinède de Pin à crochet	42,4	9430	
Saulaie marécageuse	44,92		

Cartographie des types d'habitats par site

Par souci de visibilité des cartes, il a été adopté les conventions suivantes :

- les habitats ont été regroupés en 18 grands types d'habitats
- La symbologie reprend l'habitat dominant par polygone

Figure 18. Exemple des cartographies obtenues pour les sites de Formiguères et de Balbonne (symbologie simplifiée)



Première approche d'analyse fonctionnelle des habitats utilisés par le Cuivré

Les cartographies des types d'habitats établies permettent d'apporter les informations suivantes :

- Types d'habitats utilisés pour la reproduction du Cuivré

Le tableau suivant présente les types d'habitats naturels avec reproduction 2019 avérée du Cuivré de la bistorte.

Tableau 11. Liste des types d'habitats avec reproduction 2019 avérée du Cuivré de la bistorte

Site	Code corine biotope	Intitulé
Balbonne		
	36.312 (x 37)	Nardaie hygrophile ourlifiée
	37.82	Mégaphorbiaies thermoclines bien alimentées en eau
	36.5 (x 37)	Ourllet prairial dominé par le Trolle et la Bistorte
Col de Porté Puymorens		
	37.213	Prairie humide à Canche cespiteuse
	37.22	Jonçaie acutiflore
Formiguères		
	37.213	Prairie humide à Canche cespiteuse
Galbe (Espouillouse)		
	37.1&37.312&44.92	Mégaphorbiaie et prairie humide avec saules
	37.2	prairie de fauche mesohydrocline
	53.2141&53.216	Magnocariçaie a carex rostrata et carex paniculata
	87.2	zone rudérale humide
Lac de Matemale		
	37.213	Prairie humide à Canche cespiteuse
Noubals		
	37.22	Jonçaie acutiflore
	37.22 + 37.1	Jonçaie acutiflore ourlifiée
	37.312	Prairie à Molinie, Juncus et Canche diversifiée
Porté Puymorens (Camping)		
	37.213	Prairie humide à Canche cespiteuse
Puyvalador		
	37.312&37.217	prairie humide acidiphile à Molinia et Juncus effusus
	37.1	Mégaphorbiaie à reine des près et Heracleum sphondylium
	37.213	Prairie humide à Canche cespiteuse

Ce sont les prairies humides oligotrophes qui ressortent avec les différents faciès suivants :

- Jonçaie acutiflore (CB 37.22)
- Prairie à Molinie diversifiée (CB 37.312)
- Faciès à Canche cespiteuse (CB 37.213)

Ce sont des formations de type prairial avec un fort recouvrement et une végétation haute. La molinie est souvent dominante mais on observe des variations en fonction du degré d'hygromorphie des sols :

- Les faciès les plus secs sont dominés par *Deschampsia cespitosa*
- Les faciès les plus humides ou les plus constamment humides par *Juncus acutiflorus*



Figure 19. Prairie eutrophe à Canche et bistorte (CB 37.213) sur le site de Formiguère (lac de l'Olive)



Figure 20. Faciès hygromorphe dominé par le *Jonc acutiflore* (CB 37.22)

Les faciès favorables à la ponte sont caractérisés par la présence de touradons, qui se forment à priori lorsque le substrat subit de forte variation de nappes ou que des pratiques pastorales anciennes ont favorisé la molinie (feu pastoral, pâturage puis abandon)

En fonction des sites, ces types de prairies humides sont plus ou moins ourlifiés et les cortèges sont influencés par les espèces de mégaphorbiaies suivantes : *Filipendula ulmaria*, *Angelica sylvestris*, *Valeriana officinalis* etc.



Figure 21. Prairie à Molinie, Jonc acutiflore et Canche avec forte présence d'espèces de mégaphorbiaie (CB 37.312 + 37.1) – site de Noubals

Tentative d'approche dynamique

L'habitat propice à la ponte du Cuivré semble donc dépendre de :

- un stade dynamique particulier (causalité temporelle)
- un stade topographique et d'hygromorphie des sols (causalité spatiale)
- des activités humaines qui peuvent favoriser la dominance de certaines espèces (*Molinia* vs *Deschampsia*)

La figure suivante essaie de replacer ces relations dynamiques entre les différents types d'habitats et les relations écologiques entre eux.

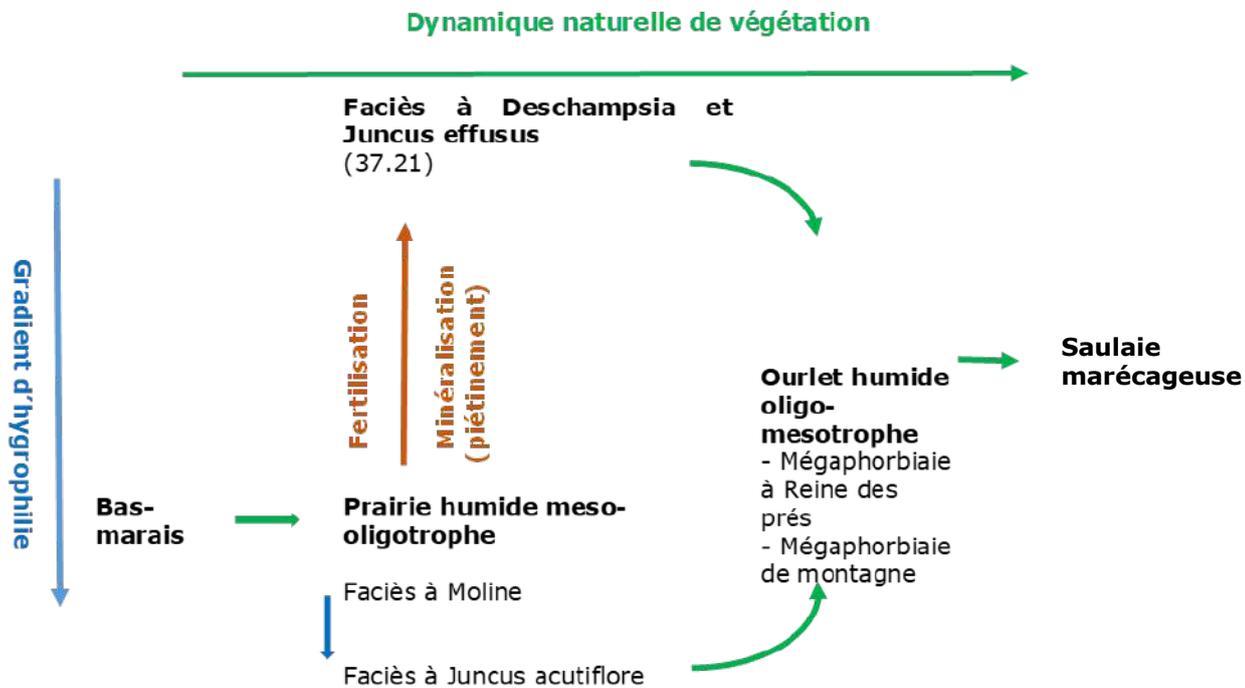


Figure 22. Synthèse des relations écologiques et tentative d'approche dynamique

Par ailleurs, il est aussi connu que le Cuivré affectionne les zones de mégaphorbiaie et les lisières des saulaies. Il semble donc qu'il exploite l'ensemble des stades dynamique de cette série de végétation, ce qui implique que la gestion de son habitat **doit s'envisager à une échelle paysagère et de mosaïque d'habitats**. L'approche de la gestion concertée d'un réseau de sites s'impose également par rapport à ces aspects.

D'autres habitats, marginaux ont également pu être identifiés :

- Magnocariçaie à *Carex rostrata* et *C. vesicaria* dans la vallée du Galbe.

Enfin, le site de Balbonne, le plus haut en altitude, montrent des habitats originaux par rapport aux autres sites.

Les zones de pontes semblent se rencontrer dans 3 types d'habitats :

- Une mégaphorbiaie thermophile bien alimentée en eau qui se développe sur une pente le long d'un écoulement alimentant le lac
- Une pelouse de montagne méso-hygrophile eutrophe marquée par d'espèces d'ourlets hygrophiles (*Polygonum bistorta*, *Trollius europaeus*, *Sanguisorba officinalis*) et de pelouses pâturées (*Dactylis glomerata*) entre le lac et les méandres du ruisseau de balbonne
- Une végétation d'ourlet prairial hygrophile dominée par la bistorte et *Geranium sylvaticum*.

La connaissance de ces habitats doit être affinée car notamment le rattachement aux typologies classiques (phytosociologique, Corine Biotope, Eur 27) est difficile. Néanmoins le dénominateur commun à ces habitats est leur niveau d'ourlification plus ou moins prononcée. L'état optimum pour la reproduction du Cuivré correspond ici aussi à des habitats de transition. Le gestionnaire va donc devoir prendre en compte ces dynamiques, à l'échelle des stations de reproduction, des sites et du paysage.



Figure 23. Vue d'ensemble des habitats de *L. helle*, premier plan nardaie hygrophile ourlifiée et au second plan la mégaphorbiaie thermophile

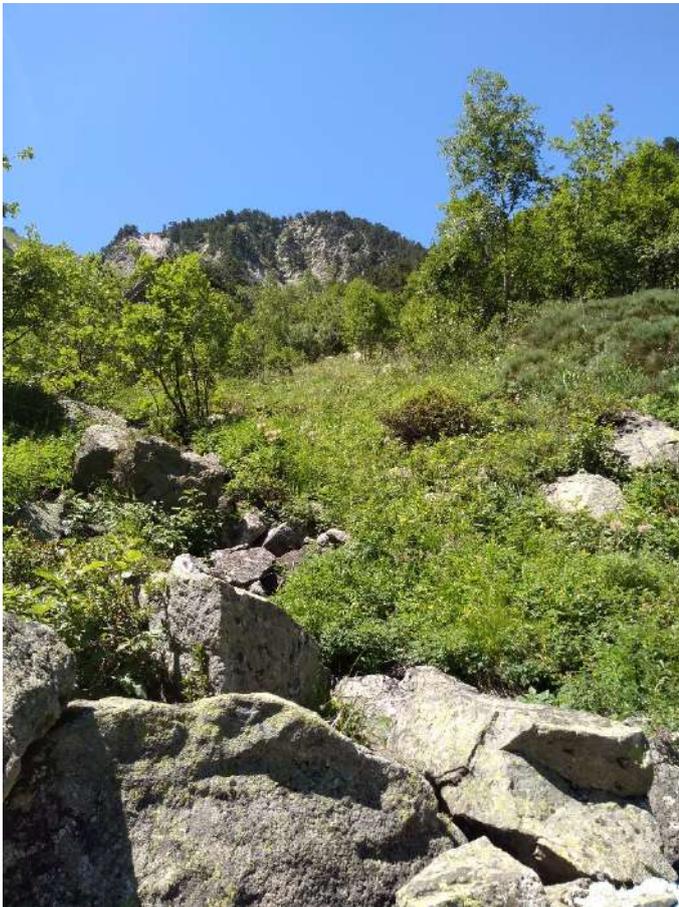


Figure 24. Mégaphorbiaie thermophile

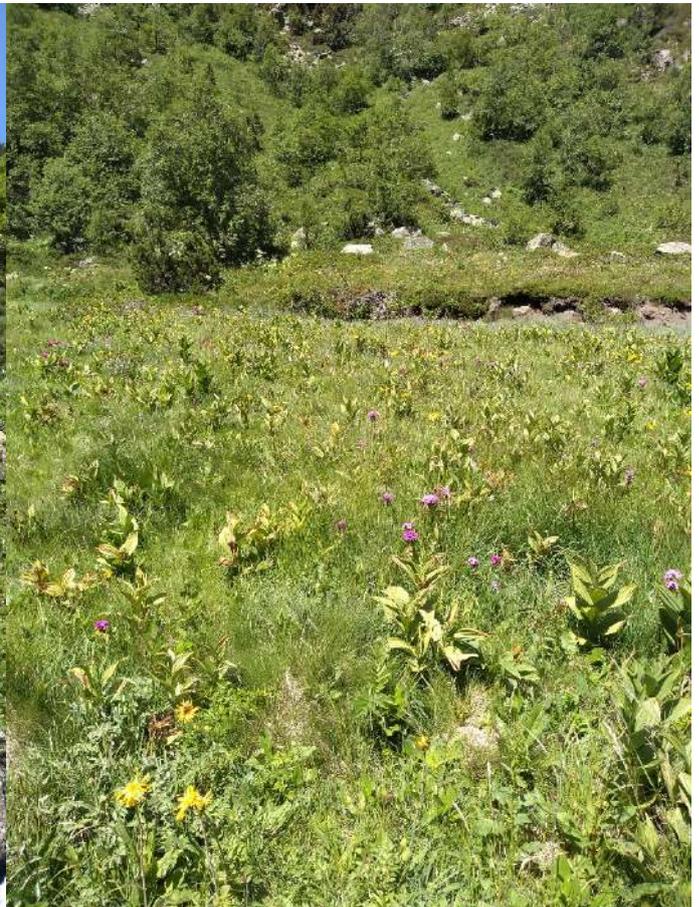


Figure 25. Nardaie hygrophile ourlifiée



Figure 26. Ourlet prairial dominé par le Trolle et la Bistorte

D'un point de vue physionomie, ces habitats présentent des points communs avec les habitats plus classique du Cuivré :

- Structure horizontale stratifiée
- Abondance des plantes nectarifères (Trolle, etc)

L'absence de touradon, qui semble pourtant importante pour la ponte, semble ici être compensée par :

- La forte structuration du groupement de pelouse qui montre un hauteur végétative moyenne faible, de laquelle dépassent les feuilles de bistorte. Elles sont ainsi facilement exploitables par le Cuivré
- La structure « en gradin » de la mégaphorbiaie qui là aussi favorise l'accès aux feuilles et compense l'absence de touradons.
- La forte densité de bistorte (coefficient 3) qui permet une importante surface de ponte potentielle

Il faut remarquer aussi la présence au sein de ces pelouses de grandes espèces comme le Vétrate (*Veratrum album*), ou la grande Gentiane (*Gentiana lutea*) qui servent de perchoir aux mâles dans leurs comportements territoriaux ou pour la thermorégulation.

- Types d'habitats utilisés hors reproduction du Cuivré

Avertissement : ces données reposent sur des observations fortuites des entomologistes et non sur une étude comportementale.

Les cartographies d'habitats permettent également de définir les habitats utilisés pas le Cuivré pour des comportements autres que la reproduction.

Tableau 12 : Habitats utilisés pour les comportements territoriaux, d'alimentation et de thermorégulation, les habitats mésophiles sont soulignés)

Type de comportement	Habitat (CB)	Description
Comportements territoriaux - reproduction	54.424 x 38.1 x 41b	Bas-marais en mosaïque avec des habitats mésophiles (prairie et boulaie)
	37.1	Prairie à Filipendule
	37.213 x 54.424	Mosaïque de Prairies à Canche et bas-marais
	<u>31.42</u>	Landes à rhododendron
	<u>41.b</u>	Boulaie

	37.22	Prairies à Juncus acutiflorus
	37.213 x 37.312	Mosaïque de prairies à Molinie et Canche
	37.1 x 44.9	Filipendulaie et Saulaie arbustive
Comportements territoriaux - alimentation - reproduction	<u>37.8(2)</u>	Mégaphorbaie thermophile
Alimentation	37.22	Prairies à Juncus acutiflorus
Thermorégulation	<u>31.86</u>	Landes à Fougère

Ces habitats sont relativement diversifiés (une dizaine d'habitats sont dénombrés). Sont utilisés des habitats humides mais aussi mésophiles (lande à rhododendron, lande à fougère). Cela soulève l'importance de la structure du paysage et des mosaïques d'habitats pour l'espèce. Il est donc essentiel de la prendre en compte de la trame turquoise dans la conservation du réseau d'habitats favorables au Cuivré de la bistorte.

- Utilisation du caractère indicateur des espèces végétales et des communautés

Le caractère indicateur des communautés végétales a été étudié en utilisant les valences écologiques des taxons et le calcul d'indices type « BAO Rhoméo ».

Les valeurs obtenues indiquent :

- Un niveau d'engorgement médian de 6.51 ce qui est dans fourchette de valeurs obtenues pour ce type de milieu (un peu inférieur à la moyenne des valeurs). La valeur médiane obtenue pour les habitats de Balbonne est inférieure à la valeur médiane des habitats des autres sites « plus classiques » : 5.9 vs 6.64 (différence significative)
- Un niveau de trophie médian est de 2.9 et ne semble pas varier significativement en fonction des types d'habitats. C'est une valeur qui paraît normale pour le type de milieu.

Cette approche ne repose pas sur suffisamment de relevés pour être significative, néanmoins il semblerait que les conditions édaphologiques favorables à la reproduction du papillon (expression de la plante hôte, condition favorable au développement de la larve) tolère une certaine latitude quant au niveau d'humidité des sols révélé par les communautés végétales.

4.1.5 Définition du cortège d'espèces de zones humides protégé par l'effet "espèce parapluie" du Cuivré de la bistorte

Objectifs : Avoir une meilleure connaissance du cortège d'espèces faunistiques accompagnatrices du Cuivré de la Bistorte. État des lieux des données d'espèces des zones humides présentes sur les sites où le Cuivré de la bistorte est connu, comparaison des listes et extraction d'une liste d'espèces d'intérêt, caractéristiques des zones humides, qui se retrouvent généralement avec le papillon et qui, par définition, pourraient bénéficier des effets de la conservation du Cuivré de la bistorte dans les Pyrénées. Mettre en lien la présence du papillon avec les cortèges d'espèces des indicateurs Rhoméo et définir une ou des espèce(s) accompagnatrice(s) dont les besoins sont proches de ceux du papillon mais dont la détectabilité est plus simple et éventuel suivi de cette(ces) espèce(s).

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : Fédération Aude Claire, CEN LR, PNR PC

Résultats attendus : Un apport de connaissances et prise de conscience de l'intérêt de la conservation du Cuivré de la Bistorte et des milieux associés (au-delà de l'enjeu propre à l'espèce)

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Liste des espèces accompagnatrices (exemple de l'encart). Leur répartition pourra être superposée avec la cartographie de la trame bleue du territoire et permettre de visualiser quelle part en est protégée via la prise en compte de ces espèces accompagnatrices.

De la même façon, la part de trame turquoise concernée pourra être évaluée en prenant en compte l'ensemble des habitats (humides et non humides) utilisés par ces espèces.

Carte de la biodiversité protégée par rapport au fonctionnement hydrologique du territoire (afin de répondre à la question suivante : la carte des espèces à protéger est-elle très différente de la répartition des écoulements et des zones humides ou y a-t-il superposition ?

Méthode et outils :

Il est important de préciser que ce projet aura des retombées positives pour un grand nombre de communautés animales et végétales rares et protégées et que son impact pourra se mesurer sur une série d'espèces faunistiques, floristiques et d'habitats naturels menacés, qui bénéficieront des mesures prises en faveur de la restauration des populations de cuivré de la bistorte (Voir en exemple l'encart suivant, extrait du Plan d'action « Cuivré de la bistorte et ses habitats » en Wallonie, Décembre 2014, Philippe Goffart, DEMNA/DGARNE/SPW, Gembloux)

Résultats :

Des zones tampons de 700m autour des données de présence du Cuivre de la bistorte ont été réalisées. Celles-ci ont permis l'extraction des données naturalistes de tous les taxons confondus depuis les plateformes Si-Cen Ariège, Si-Cen Languedoc-Roussillon et Faune LR. Les taxons les plus fréquents sont représentés dans l'encadré ci-dessous. Des extractions des bases ont également été réalisées sur toute l'Ariège et les Pyrénées orientales pour les espèces de cet encadré. L'analyse cartographique permettant de superposer les aires de répartition de ces espèces avec la trame turquoise a pu être réalisée. Les inventaires botaniques de 2019 ont permis d'améliorer les connaissances sur les espèces associés au Cuivré de la bistorte.

Actuellement, ces résultats se basent sur les relevés phytosociologiques de 2019 sur les sites de reproduction de l'espèce et sur la synthèse des données naturalistes autour des points de présence du Cuivré de la bistorte. Des compléments terrain ont été réalisés lors du printemps 2019 ont permis de faire de compléter la liste d'espèces accompagnatrices. Les plus communément observées en présence du Cuivré de la bistorte étant le Nacré de la bistorte (*Boloria eunomia*) et L'Hespérie du brome (*Carterocephalus palaemon*) (en vert dans l'encadré).

Les autres espèces mentionnées dans l'encart sont des espèces qui peuvent être retrouvées en la présence de *L.helle* mais elle ne sont pas systématiquement associées.

Espèces animales ou végétales qui profiteront des actions mises en œuvre pour la protection du réseau de zones humides accueillant le Cuivré de la bistorte

(Espèces patrimoniales : ZNIEFF MP et LR, PN, DHFF, Listes rouges)

Flore

Carex hartmanii ; *Scorzonera humilis* ; *Salix pentandra* ; *Trollius europaeus* ; *Carum verticillatum* ; *Endressia pyrenaica* ; *Carex rostrata* ; *Carex umbrosa* ; *Dactylorhiza majalis* ; *Gentiana pyrenaica* ; *Alopecurus aequalis* ; *Astrantia minor* ; *Carex macrostylus* ; *Carex paniculata* ; *Menyanthes trifoliata* ; *Sedum villosum* ; *Potentilla palustris* ; *Drosera rotundifolia* ; *Carex disticha* ; *Achillea ptarmica subsp. pyrenaica* ; *Carex pulicaris* ; *Salix bicolor* ; *Scorzoneroïdes duboisii* ; *Willemetia stipitata* ; *Carex vesicaria* ; *Ligularia sibirica*

Rhopalocères

Boloria eunomia ; *Boloria selene* ; *Brenthis ino* ; *Carterocephalus palaemon* ; *Coenonympha glycerion* ; *Eumedonia eumedon* ; *Euphydryas aurinia* ; *Lycaena hippothoe* ; *Lycaena virgaureae* ; *Melitaea diamina* ; *Polyommatus amandus* ; *Pyrgus andromedae* , *Erebia oeme* ; *Erebia meolans* ; *Erebia triarius* ; *Parnassius mnemosyne* ; *Hamearis lucina*

Odonates

Somatochlora arctica, *Sympetrum flaveolum*

Orthoptères

Decticus verrucivorus ; *Euthystira brachyptera*

Amphibiens

Rana temporaria, *Bufo spinosus*

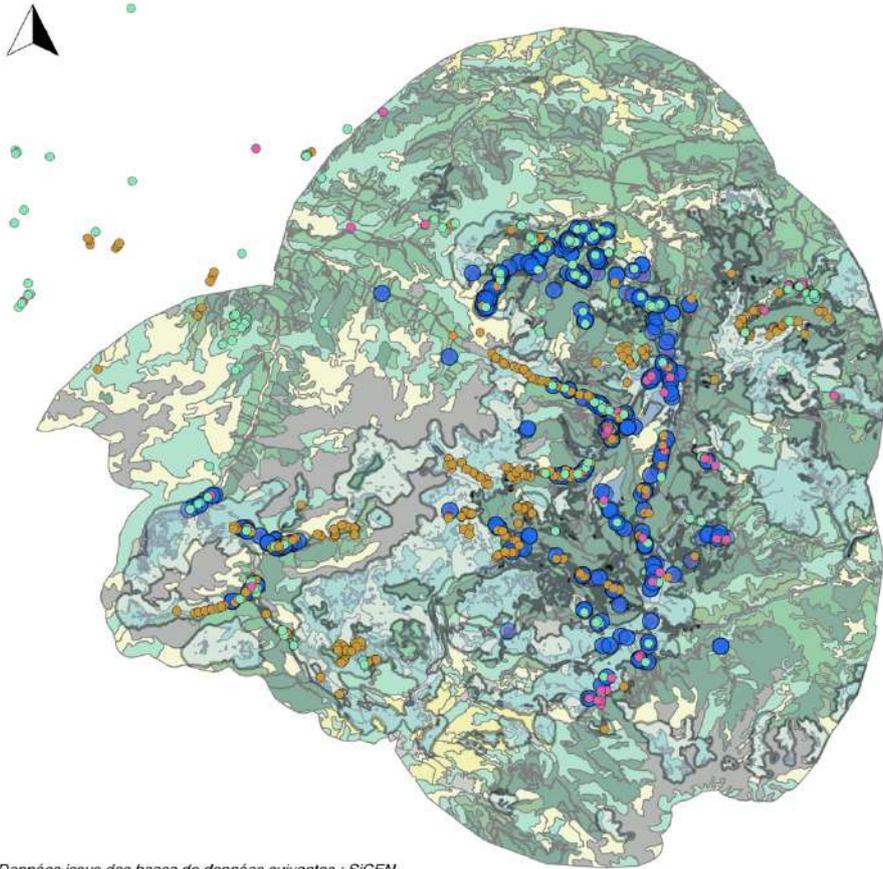
Reptiles

Natrix helvetica ; *Vipera aspis* ; *Zootoca vivipara* ; *Podarcis muralis*

Mammifères

Galemys pyrenaicus ; *Lutra lutra* ; *Pipistrellus pipistrellus*





Légende

- Tampon de 500m autour de L.helle
- Espèces patrimoniales accompagnatrices**
- Boloria eunomia
- Boloria selene
- Brenthis ino
- Trame turquoise
- Grand types d'habitats**
- Zones humides
- Patures
- Ouvert clairsemé
- Céréales
- Urbain
- Ouvert austère (crêtes)
- Fruticée
- Cours d'eau forestier
- Piste
- Feuillus
- Mixte
- Conifères

Données issues des bases de données suivantes : SICEN LR et Ariège, Atlas Papillons et Libellules de l'OPIE LR, GOR et Faune LR.

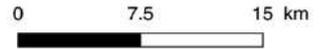
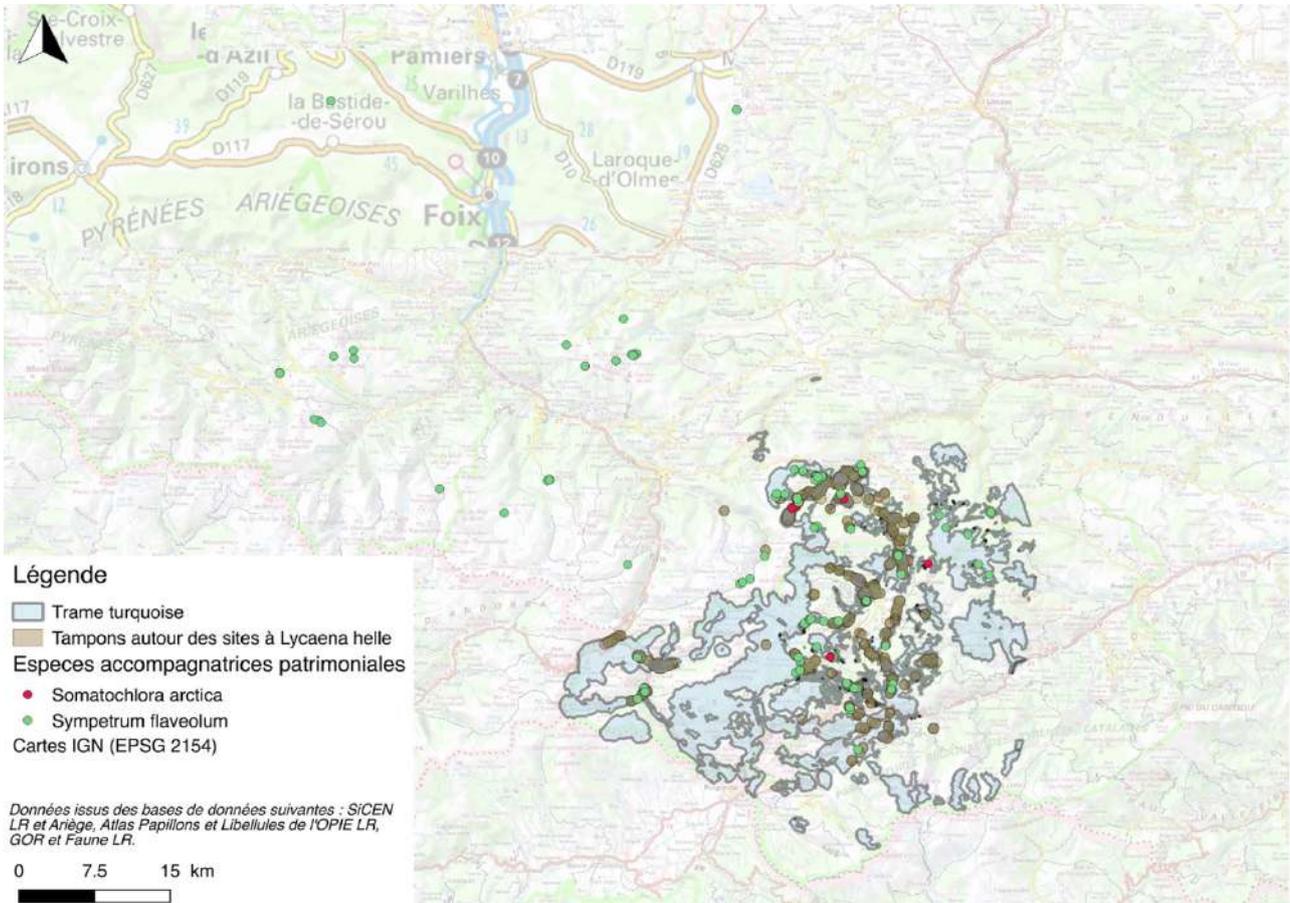


Figure 27. Répartition en Ariège et dans les Pyrénées orientales de 3 espèces compagnes (rhopalocères) du Cuivré de la bistorte en superposition avec la répartition de celui-ci.



Légende

- Trame turquoise
 - Tampons autour des sites à Lycaena helle
 - Espèces accompagnatrices patrimoniales**
 - Somatochlora arctica
 - Sympetrum flaveolum
- Cartes IGN (EPSG 2154)

Données issues des bases de données suivantes : SICEN LR et Ariège, Atlas Papillons et Libellules de l'OPIE LR, GOR et Faune LR.



Figure 28. Répartition en Ariège et dans les Pyrénées orientales de 2 espèces compagnes (odonates) du Cuivré de la bistorte en superposition avec la répartition de celui-ci.

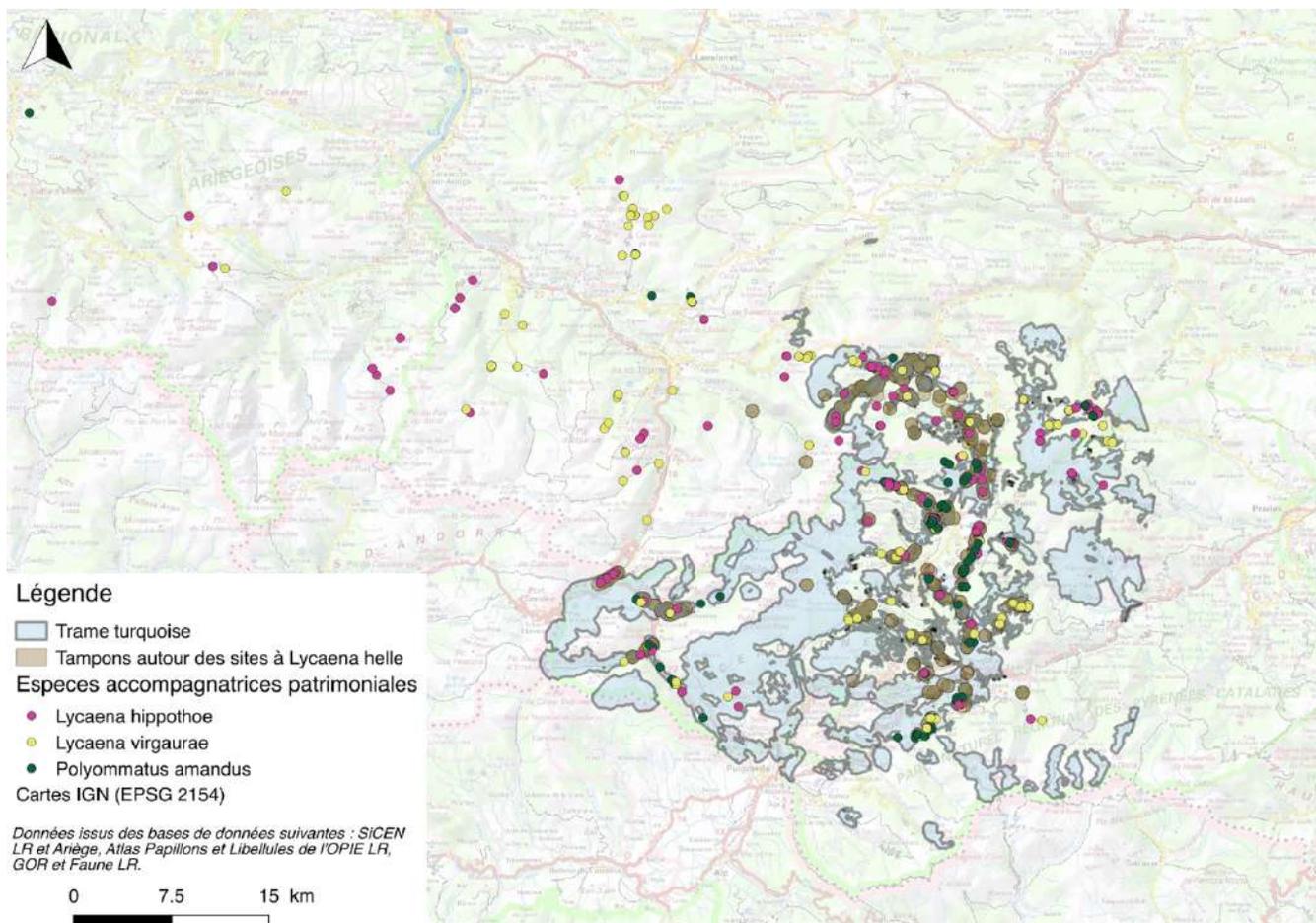


Figure 29. Répartition en Ariège et dans les Pyrénées orientales de 3 espèces compagnes (rhopalocères) du Cuivré de la bistorte en superposition avec la répartition de celui-ci.

On voit sur ces cartes de répartition de certaines des espèces compagnes (Figures 16,17,18) un arc se dessiner depuis le Donezan passant par la vallée depuis Puyvalador et jusqu'à Saint Pierre-Dels-Forcats. Cet arc correspond à des prairies humides encore relativement bien connectées dans les Pyrénées orientales mais également à d'autres types de milieux humides ou mésophiles. La conservation de ces milieux, correspondant à la zone de déplacement de *Lycaena helle* modélisée dans le cadre de ce projet, permettrait donc de préserver cet arc très utilisé par de nombreuses espèces patrimoniales. La restauration de la connectivité de certaines zones humides serait également favorable à ces espèces patrimoniales qui pourraient emprunter ces corridors. En effet, ces corridors pourraient également être importants pour la migration altitudinale des espèces face aux changements climatiques, notamment dans le Donezan vers les zones humides plus hautes en altitude comme Balbonne.

Trame turquoise :

La cartographie de la trame turquoise correspond à la modélisation des corridors potentiellement utilisés par le Cuivré de la bistorte modélisés par Matthias Lee avec le logiciel Graphab (plus de détails dans la partie 6.2.3 pour la méthodologie de la modélisation). L'analyse des habitats et du coût de déplacement pour l'espèce en leur sein a permis d'établir une trame de déplacement et les zones où la connectivité semble être rompue pour le cas du Cuivré de la bistorte. Cette trame a été modélisée pour cette espèce étant très restrictive au niveau de ses possibilités de déplacement. Pour les autres espèces compagnes du Cuivré de la bistorte, cette trame devrait être plus large si ces espèces sont plus performantes pour se déplacer. Pour autant, cette première modélisation de la trame turquoise associée au Cuivré de la bistorte permet de voir apparaître les zones à conserver pour ses nombreuses espèces accompagnatrices (Figures 27,28,29)

La trame turquoise modélisée ici est composée d'habitats humides mais pas seulement. Les grands sites de reproduction du Cuivré de la bistorte sont des zones humides de bistorte comme décrites dans la partie 6.1.4 mais les zones de dispersion sont composées d'autres types d'habitats (Figure 30,31). La conservation globale de la fonctionnalité de ces zones de déplacement est primordiale en complément de la conservation de la fonctionnalité des zones humides de reproduction pour la préservation de ce cortège d'espèces.

Une vigilance accrue est nécessaire sur ces zones afin d'éviter la construction d'infrastructures (constructions de routes, lotissements, etc.) déconnectant certains sites.

Habitats Corine Land Cover présents dans la trame turquoise du Cuivré de la bistorte.

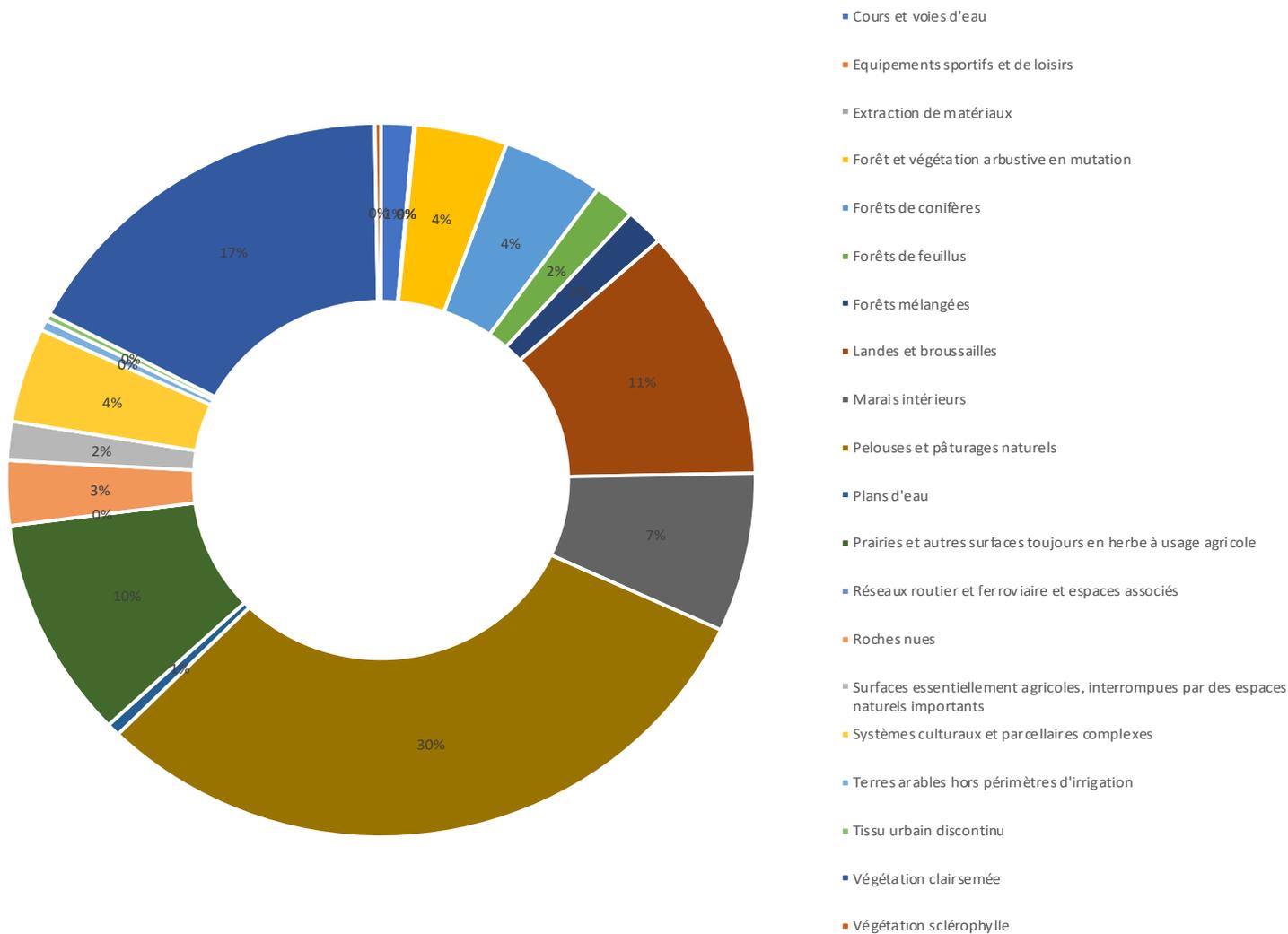
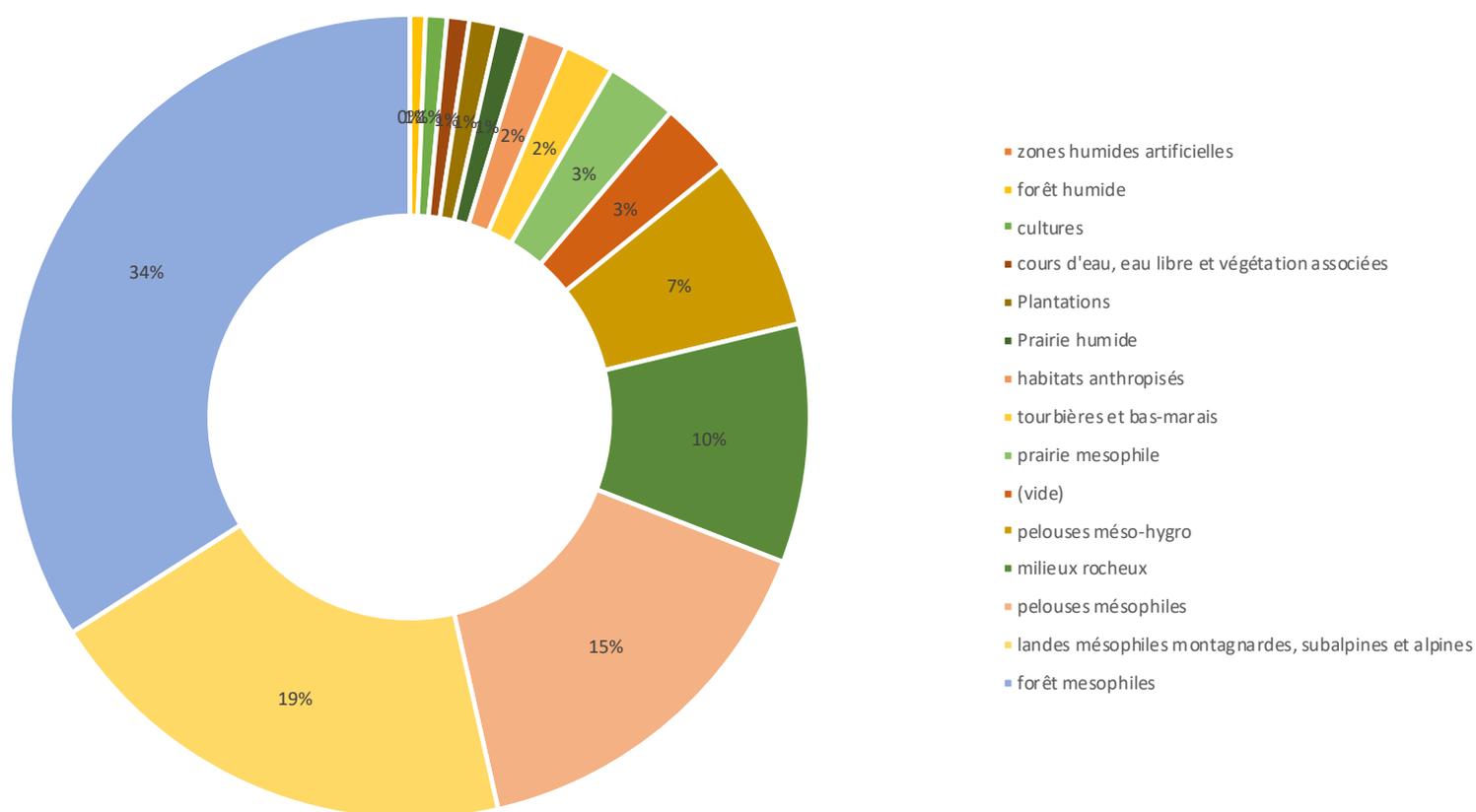


Figure 30. Pourcentage en terme de surface des différents habitats Corine Land Cover dans la trame turquoise du Cuivré de la bistorte modélisée dans ce projet.

A) Habitats basés sur les codes Corine Biotope présents dans la trame turquoise de *Lycaena helle*



B) Proportion d'habitats humides et non humides cartographié avec les codes Corine Biotope présents dans la trame turquoise du Cuivré de la bistorte

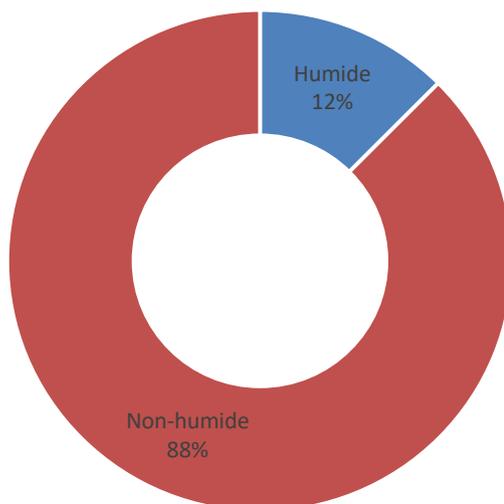


Figure 31. A) pourcentage en terme de surface des différents habitats Corine Biotope dans la trame turquoise du Cuivré de la bistorte modélisée dans ce projet. B) Pourcentage en terme de surface des habitats humides et non-humides Corine Biotope (classement des habitats en interne) afin de simplifier le graphique.

Les résultats des proportions d'habitats Corine Land Cover et Corine Biotope sont en accord avec le terme de trame turquoise pour caractériser les zones de dispersion de l'espèce en terme de proportion d'habitats humides (Figures 30 et 31). L'espèce utilise effectivement des habitats plus ou moins humides lors de sa dispersion avec une hypothèse concernant ses capacités à se disperser au niveau des cols. Une nuance reste tout de même à apporter à ces chiffres du fait de la faible précision de l'occupation des sols pour la réalisation de la modélisation de cette trame (Voir méthodes partie 6.2.3). Ainsi la surface de zones humides est sous-estimée dans ces calculs (12% de Zones humides sur la cartographie Corine Biotope, Figure 31). De plus la cartographie utilisant les codes Corine Biotope ne couvre pas l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce ce qui est également un biais.

Nous avons réalisé également une analyse de l'intersection des points de présence de *L.helle* avec l'inventaire des zones humides (ANA-CEN Ariège et PNR-PC). Pour les données antérieures à 2019, 43,3% des points se retrouvent dans une zone humide contre 67,164% pour les données de 2019.

Pour les données historiques, la cartographie des zones humides datant des années 2000, certaines zones humides présentes à l'époque des données ne doivent plus exister du fait de phénomènes d'assèchement, d'urbanisation, de changement de pratiques etc. De plus les inventaires de zones humides n'étant jamais exhaustifs (zones humides de petites superficies pas toujours cartographiées), les points hors zones humides cartographiées ne sont pas forcément en dehors d'une zone humide dans la réalité.

Connaissance des espèces et milieux associés				Accompagnement via Natura 2000	
Type d'actions	Nombre de jours ANA	Prestation Fédération Audeclaire	Prestation CENLR	Partenariat PNRPC	Partenariat Observatoire de la Montagne
Synthèse fonctionnement hydrologique des sites	2	1	1	1	
Définition habitats d'espèces	10	10	10		
Evaluation de l'état de conservation des populations pyrénéennes du Cuivré de la bistorte	4	1	4		
Compilation des données L.helle	2		2	2	
Définition cortège espèces accompagnatrices	2	1	2	1	
Coordination de l'action	6				
Total action appel à projet	26	13	19	4	0

Figure 32 : Récapitulatif actions Analyse et valorisation des connaissances

4.2 Gestion conservatoire des sites

4.2.1 État des lieux des pratiques de gestion passées et actuelles sur les sites des Pyrénées-Orientales

Objectifs : Compiler les informations sur la gestion actuelle des sites et les pratiques menées sur ceux-ci.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : PNRPC

Partenaires sollicités : ANA- CEN Ariège, Fédération Aude Claire, CEN LR

Résultats attendus : Avoir un état des lieux des pratiques mises en place sur les sites, le croiser avec l'état de conservation des populations de Cuivré de la bistorte et des sites afin de définir les bases des fiches techniques (1.3.1).

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Tableaux récapitulatifs par site (pratiques, état de conservation des populations et définition des habitats/site) avec un système de classification (+/-).
Élaboration de fiches techniques.

Méthode et outils :

Via une série d'entretien avec les agriculteurs gestionnaires sur les sites, définir les pratiques mises en place sur les sites des Pyrénées-Orientales (dates, type de troupeau, chargement, utilisation des parcelles dans le fonctionnement de l'exploitation, etc.).

Au cours de la prospection des sites lors du protocole de site occupancy, le relevé de données concernant la pression de pâturage observée, le type de pratique, les équipements présents et la présence ou non de zones refuges sont relevés.

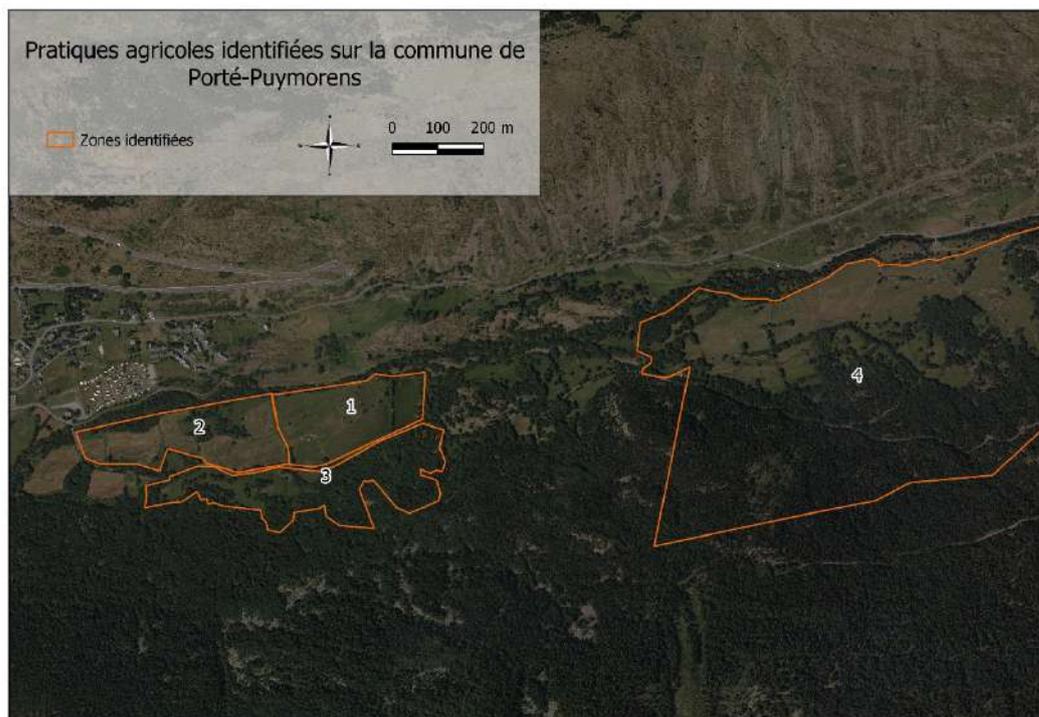
Résultats :

Les données concernant la pression de pâturage observée, le type de pratique, les équipements présents et la présence ou non de zones refuges ont été relevées lors de la session de terrain de 2019.

Site	Pratique	Utilisation période sensible	Équipement	Pâturage	Zone refuge
Formigueres	Vaches	0	Aucun	0	0
Espousouille_2	Vaches	0	Aucun	0	1
Espousouille_1	Vaches	0	Parc	0	1
Puyvalador_2	Aucune	0	Parc	0	1
Matemale_2	Vaches	0	Parc	0	1
Matemale_1	Vaches	1	Parc	1	1
Porte_col_2	Vaches	0	Aucun	0	0
Porte_camping_2	Chevaux.Vaches	1	Parc	1	1
Porte_camping_1	Chevaux.Vaches	1	Parc	1	1
Porte_col_1	Vaches	0	Aucun	0	0
Puyvalador_1	Aucune	0	Aucun	0	0

Tableau 13 : Etat des lieux des pratiques de gestion passées et actuelles sur les sites des Pyrénées-Orientales

Méta-population Cuivré de la Bistorte Porté-Puymorens



Zone d'intérêt : Zone en dessous du camping.

Éleveurs : Jérôme et Virginie Laurens

Troupeau : Vaches (Gasconnes) et Chevaux

Secteur 1 :

De fin août à début septembre (3 semaines environ) le site est pâturé par les vaches (80 mères et veaux). En automne, ce sont les chevaux qui sont sur le site (une dizaine).

Secteur 2 :

Ce secteur est constitué de prairies de fauche. Des drains sont présents sur ces prairies. Ces drains serviraient ici pour irriguer et non pour assécher le secteur.

Secteur 3 :

Ce secteur sert de pâture occasionnelle en conduisant le troupeau à l'estive.

Secteur 4 :

Ce secteur est une zone d'estive. Le troupeau (80 vaches-mères et veaux) et une trentaine de chevaux pâturent le secteur de mai à août. Il y a une circulation de la totalité du troupeau sur toute l'estive. Il est difficile d'estimer le chargement sur une durée et un secteur précis. L'estive court jusqu'au lac du Passet.

4.2.2 Mise en œuvre d'actions de gestion similaires à celles réalisées dans le cadre du plan de gestion des zones humides du Donezan concernant l'entretien des sites et les travaux de restauration.

4.2.2.1 Animation foncière

Objectifs : État des lieux du foncier et la mise en place de veille foncière. Journée d'échanges et mise en place d'exclus sur sites interconnectés.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : CEN LR

Partenaires sollicités : ANA- CEN Ariège, PNR PC

Résultats attendus : Localement, une prise de conscience et d'initiative des propriétaires privés pour un entretien parcellaire direct ou « délégué » indispensable.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Signatures de conventions de gestion.

Méthode et outils : L'animation foncière a pour objectifs :

- l'identification des propriétaires privés ayant des parcelles sur les sites.
- la présentation des conventions d'assistance technique et scientifique en vue d'un pré engagement.

L'objectif est de solliciter les propriétaires de parcelle sur les sites sur la mise en place de conventions de gestion et éventuellement l'acquisition foncière.

Définition des zones prioritaires (travaux, enjeux), état des lieux du foncier réalisé avec Visugip, envoi de courrier avec coupon-réponse ou contact téléphonique direct avec les propriétaires, visites des parcelles, signatures de conventions ou acquisitions selon opportunités

Résultats :

Deux grands secteurs ont été identifiés pour mener des actions de gestion :

- Secteur de Porté Puymorens : Cette zone historique de présence du Cuivré présente une population isolée sur une surface favorable assez faible. La population se maintient mais il a été jugé qu'il fallait y travailler prioritairement

- Secteur du Capcir : cette population est majeure pour le maintien de l'espèce dans les Pyrénées et des actions sont donc stratégiques dans ce noyau encore dynamique.

Secteur de Porté Puymorens :

Une première analyse foncière nous a permis de repérer des discontinuités dans les parcelles. Une parcelle (n°755) en cours de fermeture et appartenant à la commune a été repérée. Lors d'une première prise de contact, Monsieur le maire a été très favorable au projet. Nous lui avons expliqués le projet, son déroulé et les retombées pour la commune. Nous avons aussi rencontré les éleveurs potentiels qui pourraient utiliser la zone suite à sa réouverture.

Il a été choisi de lancer un contrat Natura 2000 ni forestier, ni agricole pour mener les travaux sur la parcelle. Un martelage a été effectué afin de dimensionner les travaux de bucheronnage (coupe manuelle de bouleau, évacuation en traction animal et mise à disposition du bois et des broyats aux habitant) Trois entreprises locales ont fait les devis. Une clôture a été programmée pour gérer la zone le plus finement possible au niveau pastoral. Les deux éleveurs du secteur ont été rencontrés en parallèle. Une convention de partenariat de gestion a été proposée à la mairie et validée avec Monsieur le Maire. Le contrat Natura 2000 a été monté avec le PNRPC animateur du site et la DDTM.

Le conseil municipal ne souhaitait valider la convention trois jours avant le dépôt du contrat. La majorité des élus a refusé de promouvoir la conservation d'un papillon qui les empêchait de mener à bien leur projet de golf en 2010. Le projet a été particulièrement mal compris par des élus qui n'avaient ostensiblement pas lu les documents fournis. Devant la tension créée par certains, le maire a fait marche arrière et n'a pas souhaité qu'on vienne présenter le dossier à ses élus.

Une seconde analyse foncière, nous a permis de repérer un lot de 5 parcelles privées. L'animation foncière est en cours, les propriétaires n'étant pas sur place, les prises de contact sont plus fastidieuses. L'éleveuse sur site est par contre très favorable au projet.

Secteur Capcir :

Une analyse foncière des zones à enjeux nous a amené à contacter EDF qui est le plus gros propriétaire des zones à enjeux pour le Cuivré autour du Lac de Matemale et de Puyvalador. Une convention de partenariat de gestion est en discussion avant de définir des contrats plus précis comme sur les parcelles de Noubals.



Carte des parcelles prospectées dans le cadre de la seconde animation foncière à Porté Puymorens



Parcelle communale



Vue zoomée sur la parcelle communale

4.2.2.2 Retours d'expériences de pratiques de gestion et restauration mises en place par l'ANA dans le Donezan

Objectifs : Faciliter la prise en compte du fonctionnement des sites, du contexte, des enjeux, etc. par les gestionnaires et la mise en œuvre d'actions similaires et cohérentes à l'échelle des Pyrénées

Localisation prévisionnelle : Retour d'expérience sur les 3 sites en Ariège, transposition sur tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : CEN LR, Fédération Aude Claire, Observatoire de la montagne d'Orlu, PNRPC.

Résultats attendus : Grâce à cette visite, des pistes de réflexion devraient émerger, notamment sur les sujets suivants :

- la réouverture de corridors, le besoin de connectivité intra et inter-sites
- l'apport des chantiers-école, notamment pour des actions très spécifiques
- le protocole idéal pour comprendre la dynamique du papillon et lien avec la boîte à outil Rhomeo
- l'équilibre précaire de l'habitat optimal de *L.helle*, clé de la conservation de l'espèce

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Compte rendu

Méthode et outils : Une journée de terrain en commun afin d'échanger sur l'expérience menée dans le Donezan. Nous ferons ainsi le tour des 3 sites concernés par la mise en place d'actions de restauration de zones humides, d'expérimentation de gestion sur la strate herbacée, de la mise en place de suivi et la mise en place d'exclos et réorganisation pastorale des sites (09).

Résultats :

Retour d'expérience – 20 mai 2019 – mouillères du Donezan

Présents : Cécile Brousseau, Alexis Calard, Florine Hadjadj, Matthias Lee (ANA-Conservatoire d'Espaces Naturels Ariège), Lionel Courmont, Sylvain Nicolas (Conservatoire d'Espaces Naturels Languedoc-Roussillon), Marine Daire, Guilhem Laurents, Antoine Ségalen (Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes), Christophe Lez (Mairie Orlu), Xavier Léal, Clémentine Plassart, Daniel Vizcaino (Fédération Aude Claire)

Excusés : Jérôme Aspirot (Observatoire de la montagne d'Orlu), Nadine Bosc (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse), Angèle Pialot (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage).

Contenu de la journée :

- Visite des sites des mouillères de la Bruyante et de Noubals afin de visualiser les travaux de restauration mis en place depuis 2012.
- Discussion sur l'ensemble des actions mises en œuvre depuis 2009 sur les zones humides du Donezan, ce qui a fonctionné, ce qui s'apparente à un échec.
- Présentation des sujets de stages de Florine Hadjadj (définition de l'état de conservation des populations de Cuivré de la bistorte dans les Pyrénées) et Matthias Lee (modélisation de la connectivité entre les zones humides accueillant le papillon).

Éléments de discussion :

- Définition de l'accompagnement de chaque partenaire pour les stages de Florine Hadjadj et Matthias Lee.
- Définition du protocole et répartition des sites pour la cartographie des habitats.
- Échanges sur les MAEC, les exclos et le pastoralisme.
- Échanges autour de la génétique des populations de Cuivré de la bistorte.



4.2.2.3 Mise en œuvre de pratiques d'entretien adaptées

Objectifs : Favoriser la conservation des habitats humides à mésophiles nécessaires à la conservation du papillon (trames bleue à turquoise via un travail de concertation et de sensibilisation des éleveurs et des structures d'accompagnement au pastoralisme. Mettre en place des pratiques adaptées aux besoins spécifiques du Cuivré de la bistorte et des secteurs qui l'accueillent (expérimentation et gestion de la strate herbacée).

Localisation prévisionnelle : Tous les sites des Pyrénées-Orientales

Période d'intervention : 2019, de mai à novembre pour la mise en place des pratiques.

Coordinateur de l'action : PNRPC

Partenaires sollicités : ANA- CEN Ariège, CENLR, Observatoire de la montagne d'Orlu

Résultats attendus : Permettre le développement, sur le long terme, d'habitats naturels qui profitent à la faune et la flore des zones humides.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Contractualisation MAEC

Méthode et outils :

7.2.2.3.1 Entretien manuel

Le développement des chantiers écoles (avec des étudiants en GPN et adhérents des associations et amis du Parc) est primordial. En effet, l'importance de ces actions n'est pas négligeable, au niveau pédagogique et appropriation du patrimoine naturel par les acteurs locaux d'un côté, et apport de main d'œuvre de l'autre. Pour rappel, près de 450 étudiants et leurs professeurs ont travaillé sur la restauration des zones humides sur le canton du Donezan. Chaque année, une nouvelle formation nous contacte pour organiser un chantier nature.

7.2.2.3.2 Mise en place de pratiques agricoles adaptées

Des échanges autour de la mise en œuvre des MAEC sur entités individuelles et collectives pourraient nous permettre d'homogénéiser les mesures par rapport à la conservation des zones humides hôtes du papillon. L'objectif réside notamment dans la mise en place de contrat auprès des éleveurs dans les zones humides et sur les prairies de fauches de montagne. Ainsi, les parcelles déclarées à la PAC et soumises à certaines mesures seront entretenues durablement pour la conservation de la zone humide.

Une réflexion doit être portée sur l'entretien par pâturage des zones restaurées (Nombre d'UGB, quelles périodes de pâturage, etc.). Un contact doit être mis en place et maintenu et l'organisation affinée avec les éleveurs et éventuellement des structures pastorales de l'Ariège, l'Aude et les Pyrénées-Orientales.

Il nous paraît indispensable de privilégier les éleveurs et les troupeaux locaux afin de rester sur une logique de conservation d'espèces liée à un développement territorial. Étant donné l'importance du territoire d'étude, le cheptel et les volontaires ne devraient pas manquer et nous pourrions mutualiser entre les différents secteurs.

De plus, la création d'exclos est une bonne opportunité de visualiser l'impact du pâturage sur les habitats humides (Placette test : comparatif zone exclos/ zone "accessible" sur les communautés végétales et les effectifs de Bistorte). Après la mise en place d'exclos en 2017 dans le Donezan, nous avons pu observer un gain de biodiversité notable même si cela se traduit surtout par une densité des espèces bien plus importante dans l'exclos. Nous pouvons également supposer qu'une amélioration de la fonctionnalité des milieux les plus sensibles pourrait s'observer à court terme (diminution du pâturage et donc d'un sur-piétinement à mettre en lien avec l'évolution de la densité des sols).

Nous nous étions fixé comme objectif la mise en place d'exclos sur 3 sites dans les Pyrénées-Orientales (en plus des 3 sites déjà équipés dans le Donezan). Cela nous aurait permis de comparer les résultats sur les contextes (types de troupeau, période de pâturage, chargement, etc.).

Résultats :

Le manque d'informations sur les pratiques agricoles pour les sites des Pyrénées orientales ne nous a pas permis de mettre en place directement des exclos sur ces sites. Une éleveuse de Porté Puymorens était d'accord sur le principe, mais nous avons préféré reporter l'opération pour acquérir de la connaissance sur la zone avant d'intervenir. Après avoir récolté des informations plus précises sur certains des sites (voir partie 6.2.1), quelques secteurs semblent plus appropriés que d'autres pour la mise en place de ces exclos. Certains pourront être mis en place sur le site de Porté Puymorens pour le printemps 2020. Un rendez-vous cet hiver avec cette même éleveuse nous a permis de confirmer cette mise en place ce printemps. De plus, le contexte incertain avec la commune de Porté-Puymorens n'a pas été favorable pour la mise en place d'exclos sur les parcelles communales.

La discussion engagée avec EDF sur les sites de Puyvalador va permettre de lancer la même dynamique sur la queue du barrage. En effet, la maîtrise foncière nous donnera une légitimité vis-à-vis de l'éleveur pour avancer sur cette gestion différenciée.

Mise en place d'actions de gestion via les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) :

Concernant le territoire du Parc Naturel Régional des Pyrénées-catalanes, l'année 2018 était la dernière année de campagne concernant les MAEC dans le cadre de la Politique Agricole Commune 2015-2020. Ainsi, selon le Comité Régional Agro-Environnemental, les enjeux et l'enveloppe financière restante pour 2019 ont été alloués à la qualité de l'eau des territoires de plaine. Dans ce cadre, aucun travail n'a pu être amorcé sur la contractualisation de mesures en faveur du Cuivré de la bistorte sur l'année 2019.

Des premières démarches ont été initiées dans les P-O pour la mise en œuvre de zones refuges (type exclos) dans les zones humides. Il sera ainsi nécessaire de faire des réunions tripartite (gestionnaire agricoles, gestionnaires d'espaces naturels et propriétaires) afin de cibler les pratiques adaptées. Ces réunions permettront de mettre en place ou maintenir ces pratiques tout en évitant au maximum un apport de contraintes pour les éleveurs.

La mise en œuvre de mesures de gestion concernant la mise en place de pratiques agricoles adaptées sera programmée pour 2020-2021.

4.2.3 Première réflexion commune sur la connexion entre les sites accueillant des populations de Cuivré et l'éventuelle « fragmentation » des sites.

Objectifs : Évaluer le besoin connectivité intra et inter-sites en analysant l'état de conservation des corridors. Définition de secteurs particulièrement importants pour les échanges inter et intra-sites.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : Fédération Aude Claire et CEN LR

Résultats attendus : Définir les « points noirs » en termes de connexion, sur chaque site et entre ces mêmes sites. Comparaison pour une meilleure compréhension avec les résultats de l'étude génétique réalisée cette année (2018).

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Création d'une carte de visualisation des ruptures de continuités

Méthode et outils :

Analyse cartographique afin de définir les connexions existantes entre les sites (pistes, routes, prairies, rivières, etc.) et leurs caractéristiques (longueur, largeur, type de milieu, etc.) à l'échelle de l'aire de répartition pyrénéenne de l'espèce et à une échelle plus fine, le Donezan.

Cette analyse plus précise sur le Donezan est une expérimentation de cette technique de modélisation cartographique avec des données d'occupation des sols précises. La prospection de nouvelles zones humides en 2019 permettra d'avoir un inventaire très précis des zones humides de la zone et donc des sites potentiels pour l'espèce (Annexe 5).

Ce volet s'attache à essayer d'identifier les notions de continuités écologiques associées à l'espèce et les trames vertes et bleues nécessaire à sa conservation ainsi qu'à leur interface, la trame turquoise.

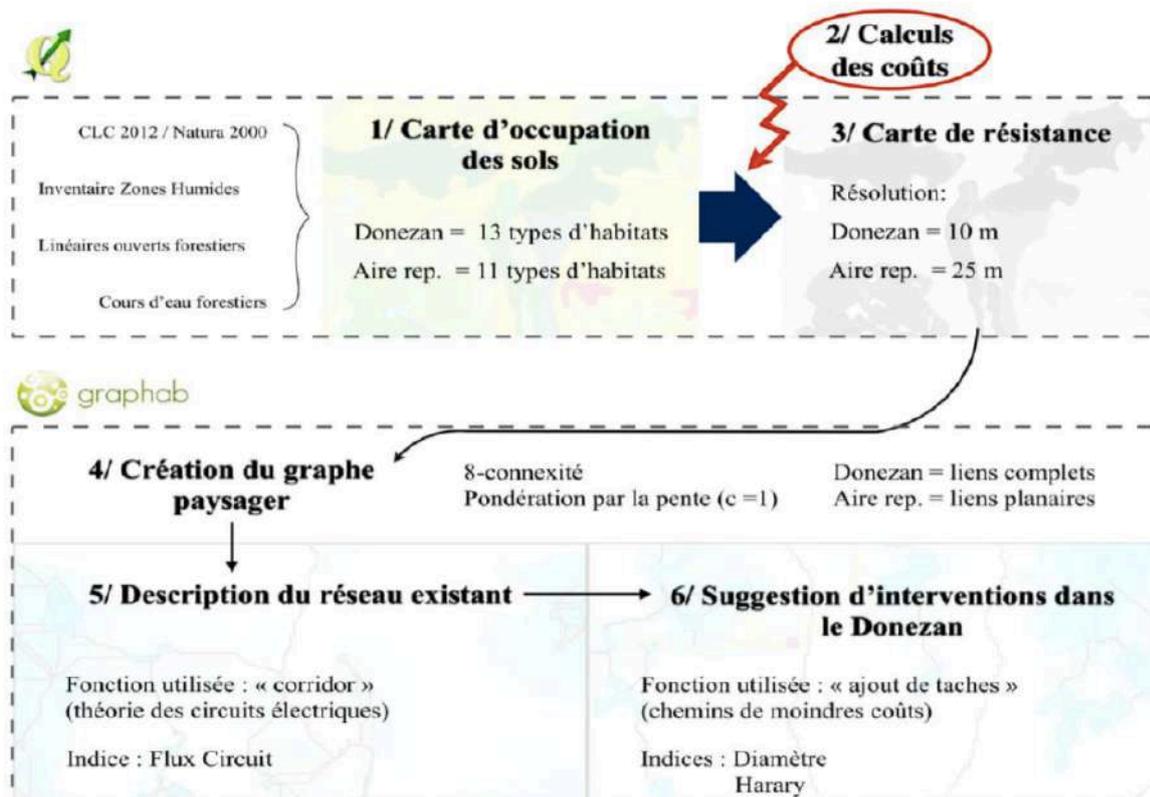


Figure 33 : Schéma des étapes de l'analyse réalisée pour modéliser la connectivité du réseau de zone humide pyrénéen accueillant le Cuivré de la Bistorte. Sous Qgis 2.18.20, plusieurs fonds cartographiques ont été compilés pour obtenir une carte d'occupation des sols satisfaisante, ensuite transformée en carte de résistance en attribuant des coûts à chaque pixel d'habitat. Le résultat est ensuite injecté dans Graphab 2.2.6 afin de créer un graphe paysager. On peut alors décrire les corridors potentiels entre zones humides et quantifier l'importance relative de chacune d'entre elles en terme de connectivité puis calculer où intervenir pour améliorer le plus efficacement la connectivité du réseau.

1) Calcul de coûts associés aux habitats

La définition des coûts est l'étape la plus sensible de l'analyse : en l'absence de données de télémétrie ou de génétique des populations, ces estimations se font à dire d'expert. On dispose des distances de dispersion communément admises dans la fiche TVB de l'espèce (Merlet et Houard, 2012) pour les habitats les plus favorables et défavorables : 2000 mètres dans les pâtures et milieux ouverts clairsemés d'arbres, contre 100 mètres dans une forêt de conifères.

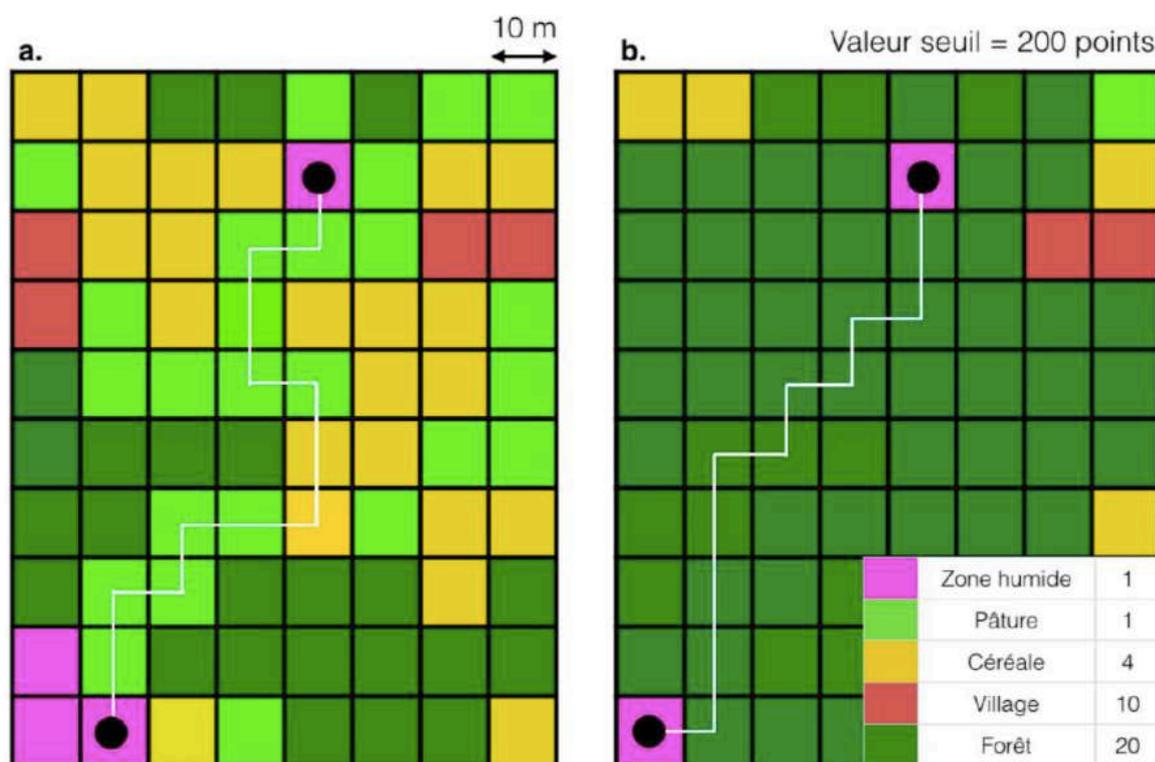
Ces bornes extrêmes fournissent une plage de valeurs dans lesquelles devront s'intégrer les coûts des habitats de la matrice non renseignés dans la littérature. Trois naturalistes ont estimé la distance maximale que peut faire l'espèce dans chaque habitat : Alexis Calard, chargé de mission naturaliste à l'ANA - CEN Ariège travaillant sur l'espèce depuis 2013, Cécile Brousseau, responsable scientifique de l'association et Graham Hart, qui a fait une thèse sur l'état des populations pyrénéennes de *L.helle* (Hart, 1996) et côtoie donc ce papillon depuis plus de 20 ans. Afin de limiter le nombre de paramètres à estimer, les typologies d'habitats ont été regroupées en 13 grandes catégories de milieux à l'échelle du Donezan, et 11 à grande échelle.

La valeur du coût d'un pixel d'un habitat i (C_i) est calculée à partir de la distance maximale que peut effectuer le papillon dans l'habitat le plus propice à sa dispersion (D), la distance maximale qu'il peut traverser dans chaque habitat suboptimal (d_i), et la résolution de la carte utilisée pour l'analyse (R). Les calculs impliquent les deux postulats suivants :

- (1) Un pixel de pâture, considéré comme l'habitat le plus favorable à la dispersion, coûte 1 point.

(2) Un pixel de l'habitat i coûte $C_i = D/d_i$ fois plus qu'un pixel de pâture. => ex: si on estime que le papillon ne peut parcourir que 500 mètres sur les pistes forestières, cela revient à dire qu'un pixel de piste coûte $2000/500 = 4$ fois plus qu'un pixel de pâture. Pour parcourir 2000 mètres de pâture, il faudra franchir $2000/R$ pixels. D'après le postulat 1, les individus doivent donc disposer d'un capital de $2000/R$ points en partant d'un patch. Les coûts des autres habitats étant relatifs aux pâtures (postulat 2), ce capital de points permet aussi de conserver uniquement les chemins inférieurs à la distance maximale estimée pour chacun d'entre eux. On obtient donc les valeurs seuils pour nos graphes aux deux échelles d'analyse : comme R Donezan = 10 m, le coût d'un chemin ne doit pas excéder $2000/10 = 200$ points. Comme R Grande échelle = 25 m, le coût d'un chemin ne doit pas excéder $2000/25 = 80$ points. Cela revient en quelque sorte à faire partir les individus depuis les patches avec un capital de points à égrener le long de leur parcours (Figure 34). À l'échelle du Donezan, chaque expert s'est vu affublé d'une analyse de la connectivité qui lui est propre. L'estimation de la véracité de leurs estimations est effectuée à posteriori, à partir de la distribution des coûts pour accéder aux 28 points d'observation de l'espèce hors des patches, et des coûts pour accéder à des points de pseudo-absence, correspondant aux cœurs des 66 plus grands ensembles forestiers considérés comme inaccessibles. L'analyse à grande échelle se fonde quant à elle exclusivement sur les coûts de Cécile Brousseau, légèrement modifiés pour rendre un peu plus perméables les forêts mixtes. En effet, l'inventaire complémentaire réalisé dans le Donezan a révélé que de nombreuses zones humides sont encore non-répertoriées dans la couche utilisée pour définir les patches. L'avis d'expert le moins restrictif en terme de dispersion est donc employé pour pallier ces lacunes.

2) Description du réseau existant



a. Le chemin de moindre coût traverse 10 pixels de pâture et 2 de céréales, soit un coût total de $10 \times 1 + 2 \times 4 = 18$ points. Comme les individus dispersant disposent d'un capital de 200 points, ce chemin tracé est considéré comme praticable par l'espèce. Les zones humides sont donc connectées.

b. Le chemin de moindre coût traverse 11 pixels de forêt, soit un coût total de $20 \times 11 = 220$ points. Comme les individus dispersant disposent d'un capital de 200 points, ce chemin tracé est considéré comme impraticable par l'espèce. Les zones humides sont donc déconnectées.

Figure 34 : Illustration du système d'impédance des liens entre zones humides par le coût cumulé des pixels traversés. Pour cet exemple, les individus ne peuvent pas se déplacer en diagonale pour simplifier la figure, mais l'analyse a été réalisée en prenant en compte ces déplacements. De la même manière, plutôt que d'utiliser le chemin de moindre coût séparant deux patches, on peut demander au logiciel de retenir l'ensemble des chemins les reliant dont le coût n'excède pas la valeur seuil. C'est ce que propose la fonction « Corridor » de Graphab, employée par la suite pour mettre en lumière les trames.

Graphab propose 21 indices permettant d'illustrer l'état d'un réseau (Clauzel *et al.*, 2017). La métrique « Flux Circuit » a été sélectionnée pour témoigner de l'état actuel du réseau. Il s'applique aussi bien aux patchs qu'aux corridors qui les séparent. Cette métrique est issue de la théorie des circuits électriques et constitue une généralisation de l'indice de centralité intermédiaire. Elle prend donc en considération l'ensemble des chemins utilisables séparant une paire de patchs, et non pas uniquement les chemins de moindre coût. Ces indices présentent l'intérêt de prendre en considération à la fois la distance entre les patchs et leur capacité à fournir des individus dispersants, ce qui les rapproche de la réalité biologique.

Plus la valeur de Flux Circuit est forte, plus l'entité est en mesure de recevoir ou d'envoyer un nombre important d'individus dispersants. Cette dernière caractéristique justifie pourquoi l'indice est utilisé pour définir les priorités de gestion : si les gestionnaires réussissent à préserver les conditions nécessaires pour maintenir ou faire revenir l'espèce sur la zone humide ayant la plus forte valeur de Flux Circuit, les individus qui partiront du site auront une plus grande chance de fonder de nouveaux noyaux de population aux alentours.

La fonction « Corridor » permet de délimiter les trames potentielles entre les zones humides, en retenant non plus uniquement le chemin de moindre coût, mais bien l'ensemble des chemins n'excédant pas la valeur seuil reliant deux patchs.

Résultats :

1) Définition des corridors du Donezan

Les corridors résultant des estimations des coûts associés à chaque type d'habitats des trois experts sont présentés dans la Figure 35.

On observe de nombreuses divergences, résultant dans le découpage de la zone en 16 à 40 composantes. Ces dernières sont cependant emboîtées, selon un gradient des estimations plus ou moins permissives des dires d'experts. Alexis incarne l'avis le plus conservateur, alors que Cécile est la plus tolérante. Graham représente une version intermédiaire de ces visions.

D'après les coûts fournis par Alexis, les zones humides du Donezan sont très isolées les unes des autres, à tel point que la Bruyante se découpe en trois parties distinctes. Cette fragmentation de la vallée n'est pas retrouvée chez les deux autres avis, puisque les individus peuvent papillonner jusqu'à Balbonne, et même franchir les cols d'après les coûts de Cécile.

On remarque en revanche que dans tous les cas les mouillères du Pla ne communiquent ni avec la Pradeille, Noubals, la Bruyante ou Balbonne, les quatre sites où des individus sont régulièrement rencontrés. Cette observation est très intéressante car le Cuivré de la Bistorte n'est plus retrouvé au Pla depuis 2015, alors que le milieu semble tout à fait lui convenir et que des mesures conservatoires concernant le pâturage avaient été mises en place par l'ANA - CEN Ariège. L'analyse semble conforter l'hypothèse selon laquelle son absence est liée à l'incapacité du Cuivré de la Bistorte de recoloniser la zone après son extinction locale.

Les avis diffèrent sur l'importance des éléments du réseau actuel. Les patchs possédant les plus fortes valeurs de Flux Circuit restent cependant concentrés autour de la Restanque, où les troupeaux bovins et équins stationnent une bonne partie du temps au moment de la ponte. Cette zone fait donc consensus comme priorité de gestion pour le maintien de l'espèce dans la vallée, et apparaît désormais comme l'enjeu de conservation prioritaire du Donezan. Depuis ce site, les individus peuvent disperser en aval dans la vallée de la Bruyante, mais surtout accéder aux tourbières d'altitude de Balbonne et Rabassole, considérées comme des échappatoires pour l'espèce en regard du changement climatique. La carte obtenue avec les coûts de Graham fait aussi apparaître comme particulièrement intéressants les corridors et les zones humides qui lient l'amont et l'aval de la Bruyante.

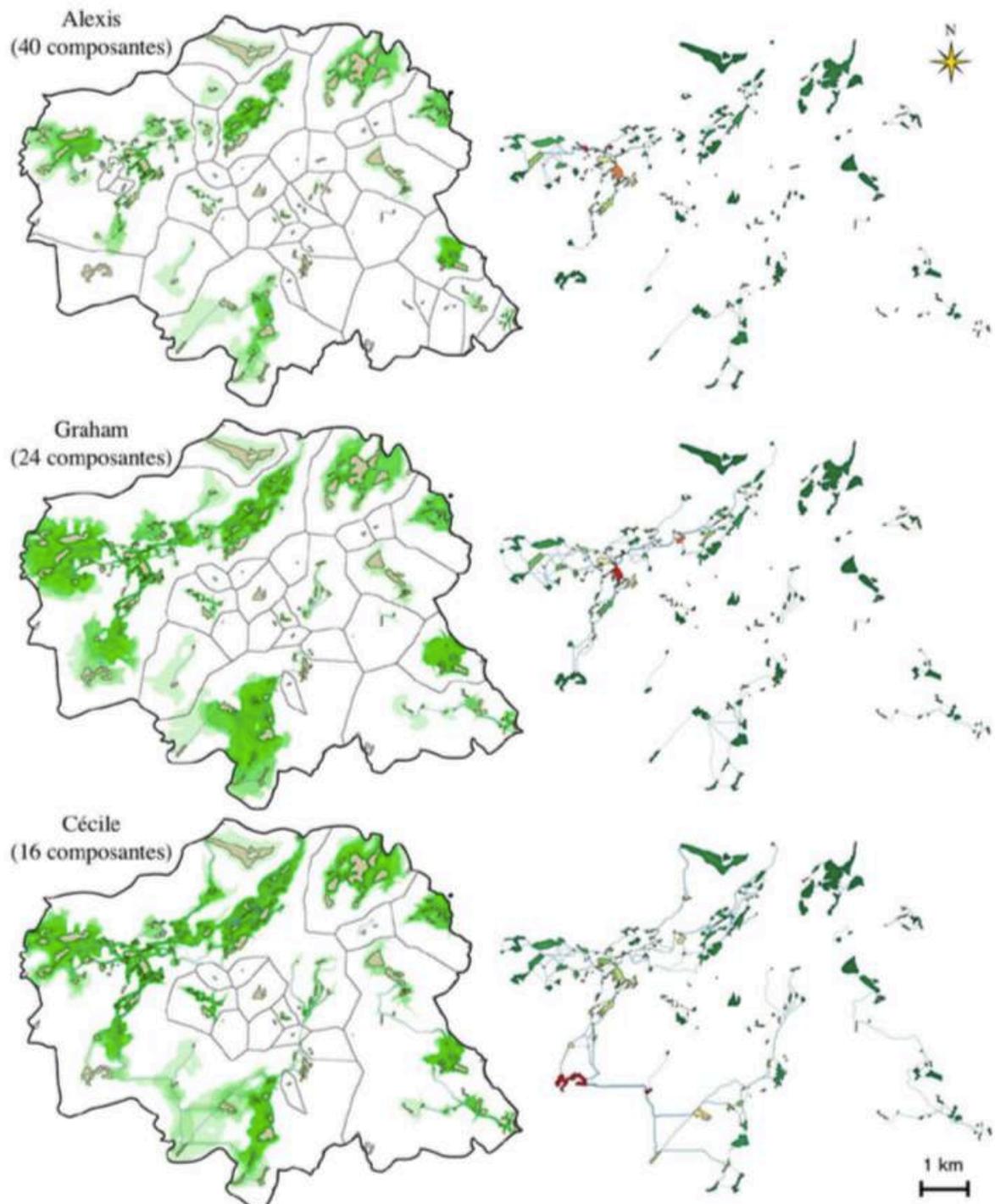


Figure 34 : Corridors potentiels obtenus à partir des coûts des trois experts naturalistes consultés (à gauche), et implications en termes de priorités de gestion du réseau existant (à droite). Les composantes sont délimitées par les lignes noires continues. Les corridors sont représentés en verts, les chemins de moindres coûts en bleu. Plus la couleur des patchs est chaude ou l'épaisseur des liens est épaisse, et plus la valeur de « Flux Circuit » est importante.

2) Ajout de taches d'habitat

Les mouillères de la Bruyante sont d'ailleurs concernées par les suggestions de travaux d'ouverture. Les localisations des ajouts de patchs sont présentées en Figure 35. Étant donnée la difficulté à discriminer avec certitude les dires de Graham et d'Alexis, les deux ont été utilisés. Compte tenu de l'impossibilité de créer une tourbière, cette fonction est employée comme un moyen détourné pour localiser les ouvertures forestières les plus pertinentes à mettre en place pour améliorer la connectivité du réseau. Malheureusement, la plupart

des sites proposés sont localisés dans un contexte paysager n'autorisant pas une intervention. Sur les vingt ajouts, six d'entre eux se situent en haute altitude, dans des habitats d'ores et déjà ouverts.

Dix autres sont localisés au cœur de forêts et ouvrir de longues travées détruirait des boisements généralement préservés, en plus d'impliquer des coûts exorbitants et un accès aux travaux compliqué.

Seuls les points 3H_A, 4H_A et 5D_G ont abouti à des suggestions pouvant être déclinées en travaux d'ouverture (Figure 36). Ils concernent donc la liaison amont-aval de la vallée de la Bruyante, identifiée comme infranchissable par Alexis, et comme un enjeu majeur d'après Graham. L'ouverture de quatre corridors sur une surface totale de 1,6 hectare assurerait la perméabilité de la zone pour l'espèce. Le tracé proposé valoriserait une pâture actuellement en voie de fermeture, facilitant son accès au bétail en transit qui dans le même temps entretiendrait le corridor. Des travaux analogues ont été réalisés sur le même principe avec succès plus en aval.

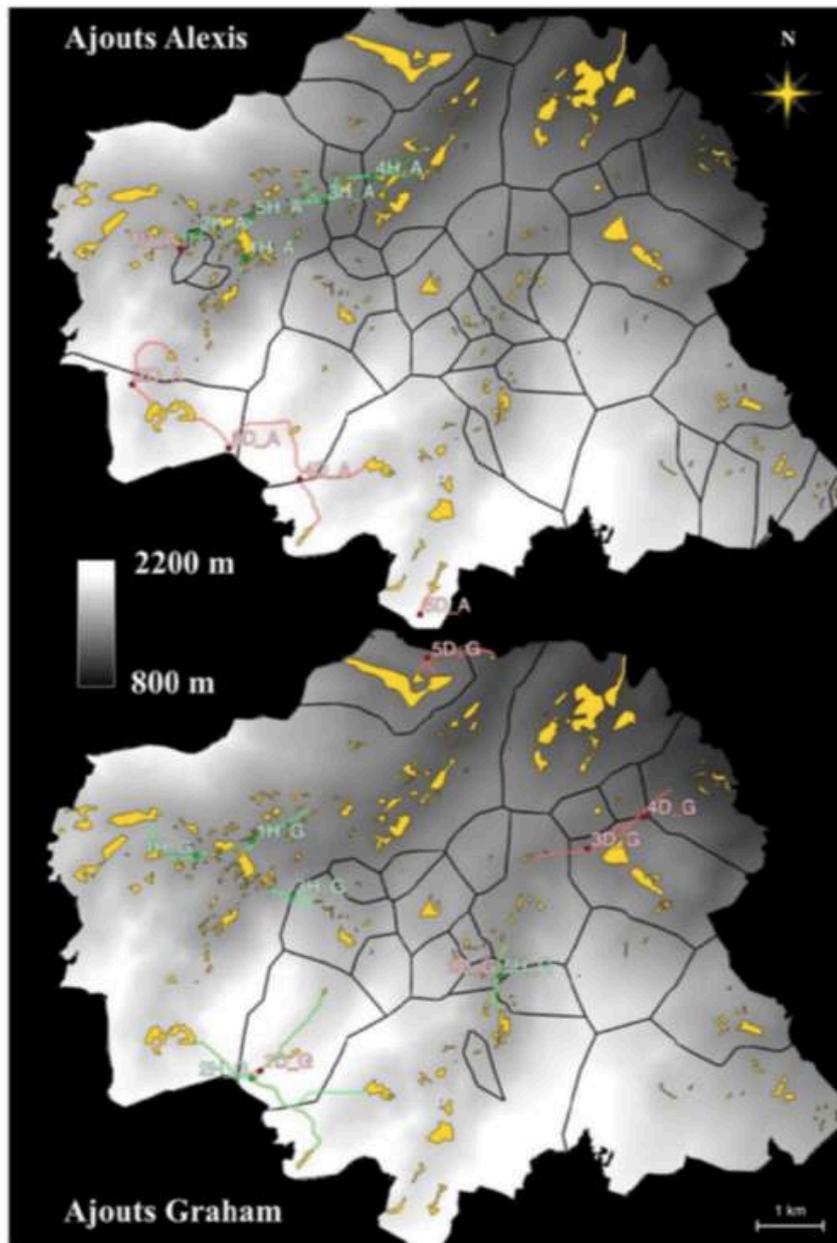


Figure 35. Localisation des ajouts de patchs en fonction des coûts d'Alexis Calard (en haut) et de Graham Hart (en bas), et selon l'indice employé (Diamètre en rouge, Indice de Harary en vert). Les chemins de moindre couts qu'ils induisent sont aussi représentés pour visualiser leur intérêt en terme de connectivité. Les limites des composantes sont symbolisées par un trait noir.

En suivant la même logique, la reconnexion du Riou Pla avec la Bruyante est envisageable en profitant des prairies avoisinantes et en intervenant ponctuellement sur deux couloirs. Aucune donnée de présence de *L. helle* n'est signalée sur cette très grande surface de tourbière. Elle semble avoir été anciennement connectée avec la vallée d'après une analyse de la connectivité passée non développée ici, basée sur les photographies aériennes de la zone en 1953 (Annexe 3).

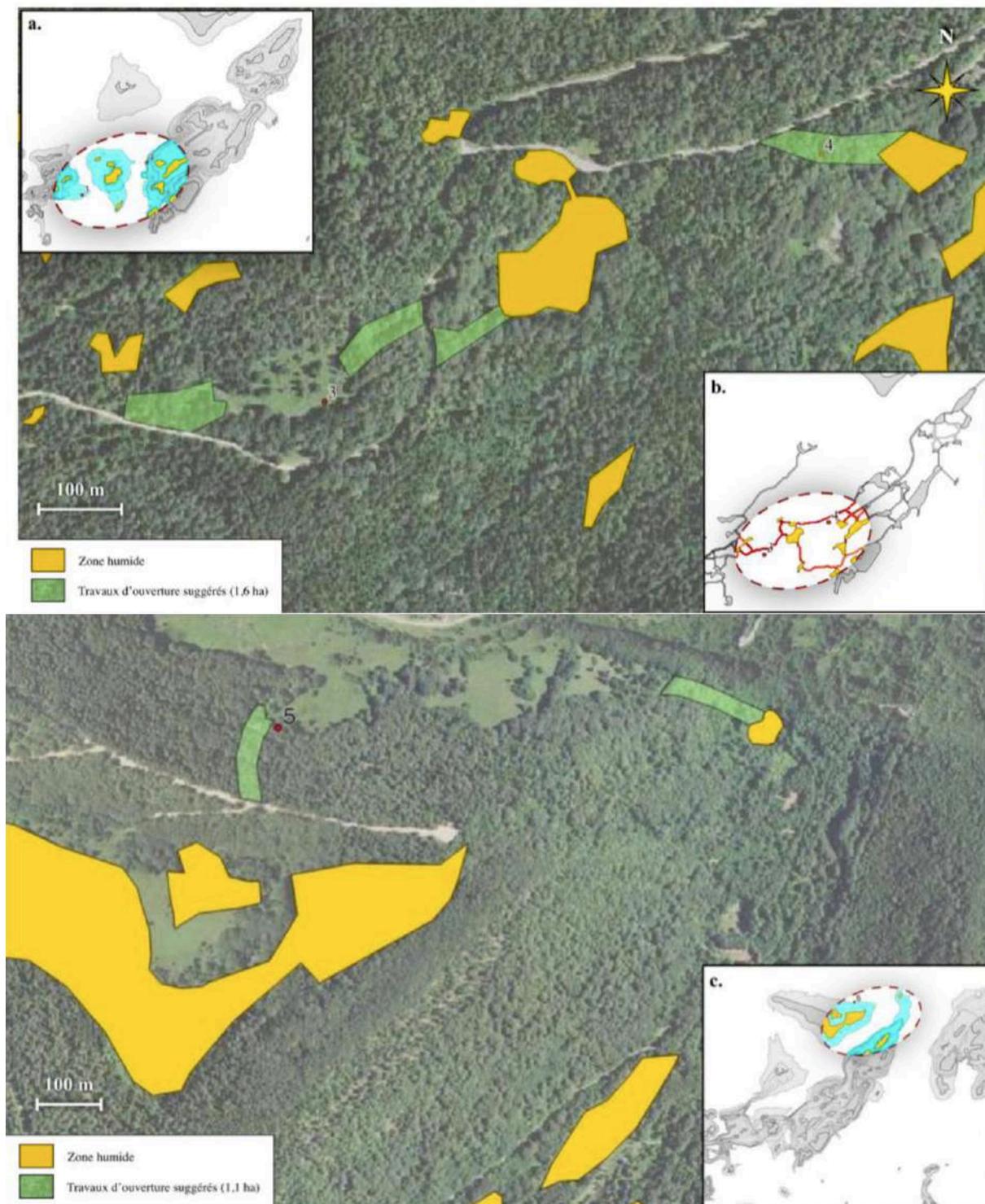


Figure 36. Suggestion de travaux de réouverture paysagère favorables à la dispersion du Cuivré de la Bistorte dans la vallée de la Bruyante. Le boisement au cœur de la vallée est considéré comme une barrière à la dispersion d'après les coûts d'Alexis Cafard. (a.). Pour Graham Hart, le Cuivré de la Bistorte peut encore traverser, mais ces corridors font parties du décile supérieur en terme d flux d'individus du Donezan (b.). La zone présente donc un enjeu fort en termes de connectivité. Les estimations de Grahamfont aussi apparaitre une voie pour reconnecter le Riou Pla avec la vallée (c.). Une intervention d'ouverture ponctuelle sur les 2,7 hectares proposés permettrait dans le même temps de valoriser les pâtures en voie de fermeture situées à proximité.

3. Mise en contexte des populations ariégeoises dans l'aire de répartition pyrénéenne

L'analyse à grande échelle permet de mettre en perspective les résultats obtenus dans le Donezan (Figure 37). En effet, il apparaît que Noubals et la Pradeille pourraient être encore connectées en contournant le bois par le bas, ce qui n'apparaissait pas lors de la première approche à cause de l'étendue trop restreinte de la carte. En revanche, la Bruyante ne semble pas pouvoir communiquer avec ces deux dernières par le village de Mijanès. Cette discontinuité fait partie des cinq ruptures de la continuité écologique entre les sites où a été observée l'espèce en 2019 lors des prospections dans le cadre de ce projet. Le retour du boisement au col de Hares semble avoir condamné les corridors reliant les zones humides qu'il abrite à Noubals au Nord et Puyvalador au Sud. Il apparaît aussi que les individus de Matemale sont séparés des autres suite à la création du lac et de l'urbanisation le long de la berge. Enfin, du côté de Porté-Puymorens, le développement des infrastructures routières associées au tunnel empêche le transit nord-sud d'individus dans la vallée. Le talweg au sud-ouest de la zone aurait aussi pu constituer un lien détourné vers les zones humides de Porté-Puymorens, mais la fermeture du milieu a vraisemblablement eu raison de cette voie.

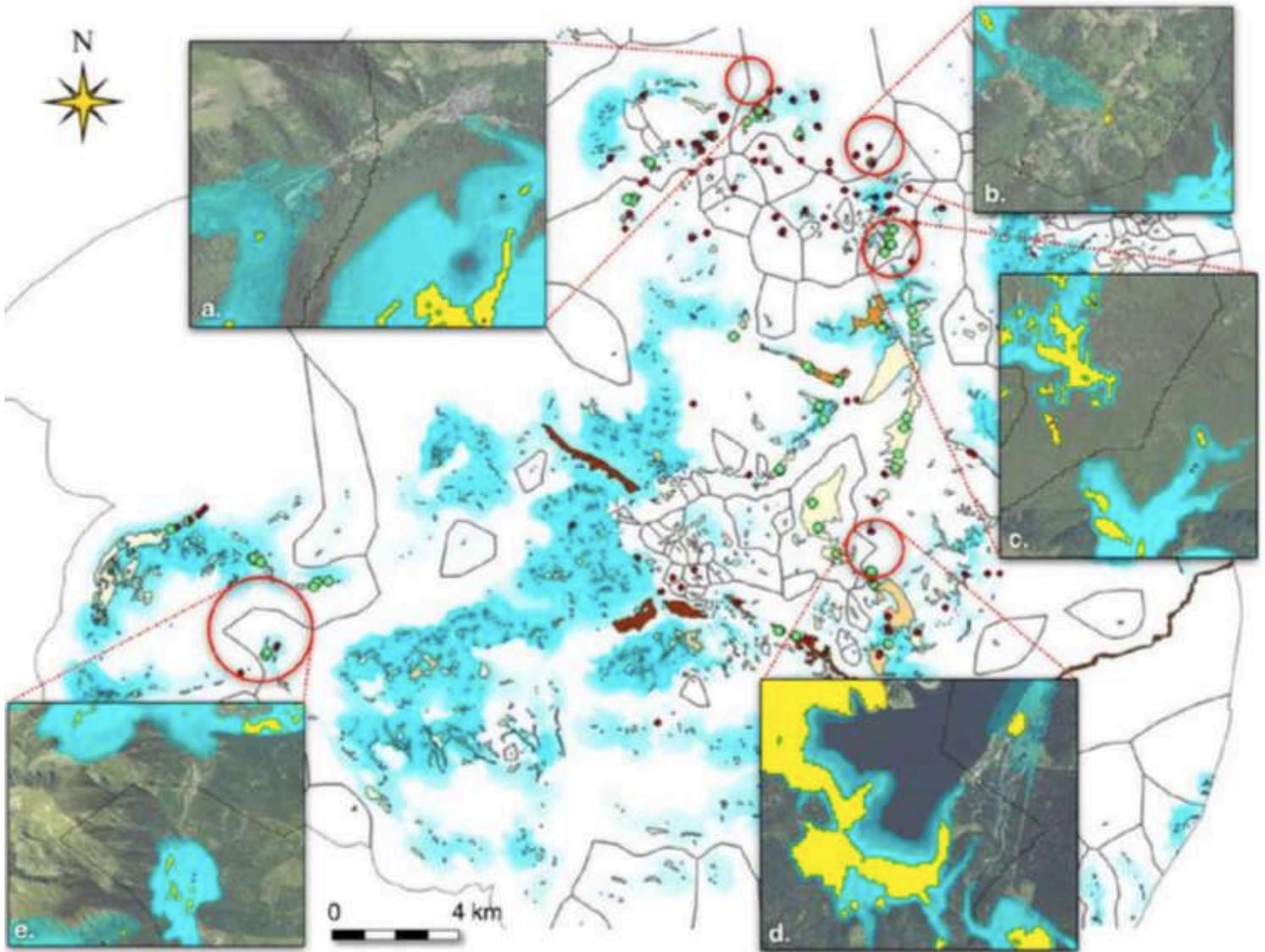


Figure 37 : Les cinq zones majeures de rupture de la continuité entre les populations de *L. helle* rencontrées en 2019 d'après l'analyse à grande échelle. Les corridors potentiels sont représentés en turquoise. Les points verts symbolisent les observations d'œufs ou d'adultes en 2019 au cours de cette étude, et les rouges les absences d'observation. Plus la couleur des patches est chaude et plus la valeur de Flux Circuit est élevée. Au nord, on observe une rupture de la connectivité entre la vallée de la Bruyante et Noubals au niveau du village de Mijanès (a.). La forêt semble totalement isoler la population occupant le réseau de zones humides forestière du col des Hares, aussi bien au nord de la zone (b.) qu'au sud (c.). Le lotissement qui a récemment fleuri à Matemale semble entraver la dispersion des individus entre la zone humide en amont et Puyvalador (d.). Enfin, les zones humides au sud du village de Porté-Puymorens sont enclavées dans la vallée par le col boisé à l'ouest et l'urbanisation au nord (e.).

À noter qu'à cette échelle, Balbonne est isolée de la Bruyante car les zones humides de l'inventaire complémentaire n'ont pas été ajoutées à cette échelle d'analyse. Encore une fois, la carte témoigne de la possibilité de passage pour *L.helle* si tous les patchs sont en mesure d'héberger l'espèce, ce qui n'est pas le cas actuellement. Les corridors obtenus dans la grande composante comprenant Puyvalador passent à de hautes altitudes. Cette observation paraît étonnante à l'heure actuelle, mais ce résultat est intéressant considérant la montée probable de la végétation à cause du réchauffement climatique.

Étant donnée la résolution moindre de la carte utilisée, il paraît judicieux de réitérer au niveau des points de faiblesse du réseau une analyse fine comme celle réalisée dans le Donezan. Un inventaire complémentaire des zones humides sur ces localités serait nécessaire, comme en témoigne l'ajout des 86 zones humides dans le Donezan au cours de l'année 2019 (Annexe 5).

Étude génétique (Annexe 8):

Les 4 sites échantillonnés pour l'étude génétique étaient : les mouillères de Noubals, Balbonne, les mouillères de Puyvalador et les mouillères de Porté-Puymorens au niveau du camping. Les résultats de cette étude sont cohérents avec les résultats de la modélisation ainsi qu'avec les observations faites sur le terrain.

L'utilisation de 5 marqueurs microsatellites a permis de mettre en évidence deux clusters génétiques bien différenciés. Le site de Porté-Puymorens étant le site le plus éloigné géographiquement des trois autres se retrouve avec 100% des individus appartenant au Cluster 2. Les trois autres sites ont des individus du cluster 1 et du cluster 2 mais Balbonne a en majorité des individus du Cluster 1. Ainsi les résultats mettent en évidence un gradient avec des populations de Cluster 1 en Ariège, des populations mélangées puis une population de Cluster 2 à Porté-Puymorens.

La richesse allélique est relativement faible sur l'ensemble des sites mais le site de Porté-Puymorens est le site avec la richesse allélique la plus forte. L'hypothèse formulée est la suivante : ce site serait une population relique d'une ancienne population beaucoup plus grande avec une forte richesse allélique. Aujourd'hui isolé des autres populations, ce site est à surveiller car il risque de subir des phénomènes de dépression de consanguinité pouvant mettre en danger la population.

Les résultats montrent de forts indices de différenciation génétique entre les sous-populations de Balbonne et Noubals par rapport à celle de Porté-Puymorens. Ainsi la modélisation de la trame turquoise réalisée dans le cadre de ce projet est cohérente avec ces résultats. En effet, des ruptures de continuité étaient apparues au niveau des zones humides au sud du village de Porté-Puymorens qui étaient enclavées dans la vallée par le col boisé à l'ouest et l'urbanisation au nord. La composante modélisée, comportant les points du Col et du camping de Porté-Puymorens ainsi que les points de l'Hospitalet-Près-de-l'Andorre, est isolée du reste des populations.

Des premiers contacts ont été établis auprès des gestionnaires andorrans afin de connaître l'état des populations en Andorre. Ils affirment la présence de l'espèce mais l'état de la population ainsi que son statut (zone de reproduction ou non) ne sont pas encore connus. Il serait très intéressant d'avoir les informations génétiques pour ces individus présents en Andorre et de connaître l'étendue de la répartition de l'espèce sur ce secteur.

Enfin, un des résultats importants de cette étude génétique est le suivant : la population de Balbonne semble isolée génétiquement de la population de Puyvalador mais pas de celle de Noubals. De plus, il y a en majorité des individus de Cluster 1 à Balbonne. Une des hypothèses émises serait qu'une partie de la population de Noubals aurait récemment effectuée une migration altitudinale en passant par les Mouillères de la Bruyante (site sur lequel des œufs sont fréquemment trouvés) vers Balbonne. Ces individus n'échangeraient plus de matériel génétique avec la population de Puyvalador. Des recherches complémentaires sont à réaliser pour valider ou non cette hypothèse.

Bilan des résultats :

Cette étude a permis de réaliser la cartographie des réseaux à l'échelle fine du Donezan et à large échelle sur la totalité de l'aire de répartition pyrénéenne du Cuivre de la bistorte.

Cela permis d'identifier les « points noirs » en termes de connectivité et les zones à prioriser pour la réalisation de travaux de restauration éventuels.

Les résultats montrent une forte fragmentation des zones humides ariégeoises. Au nord, on observe une rupture de la connectivité entre la vallée de la Bruyante et Noubals au niveau du village de Mijanès. La forêt semble totalement isoler la population occupant le réseau de zones humides forestière du col des Hares. Le lotissement qui a récemment fleuri à Matemale semble entraver la dispersion des individus entre la zone

humide en amont et Puyvalador. Enfin, les zones humides au sud du village de Porté- Puymorens sont enclavées dans la vallée par le col boisé à l'ouest et l'urbanisation au nord.

L'étude génétique a permis de confirmer les résultats de la modélisation et soulève de nouvelles questions concernant principalement la sous-population de Porté-Puymorens et de l'Andorre. La présence de deux clusters génétique et des indices de différenciations génétiques forts entre Porté-Puymorens et les autres sites montrent l'absence de brassage génétique entre ces populations. Les trois autres populations semblent encore échanger des individus mais les indices de consanguinité restent tout de même forts.

Il apparaît ici nécessaire d'approfondir nos connaissances sur les populations entre les sites de reproduction connus afin de comprendre comment les populations échangent des individus et de valider ou non les hypothèses émises concernant la population de Porté-Puymorens et celle de Balbonne.

Gestion conservatoire des sites				Accompagnement via Natura 2000	
Type d'actions	Nombre de jours ANA	Prestation Fédération Audeclaire	Prestation CENLR	Partenariat PNRPC	Partenariat Observatoire de la Montagne
Retours d'expériences	1	1	1	1	1
Animation foncière	1		5		
Réflexion sur l'interconnexion des sites	2	1	2		
Mise en oeuvre de pratiques d'entretien adaptées	2		2	2	1
Coordination de l'action	6		2		
Total action appel à projet	12	2	12	5	2

Figure 38. Récapitulatif actions gestion conservatoire des sites

4.3 Valorisation, formation, sensibilisation

4.3.1 Élaboration de fiches techniques pour la mise en œuvre d'actions de restauration/entretien sur les sites pyrénéens

Objectifs : Informer les gestionnaires sur les techniques de gestion conservatoire de l'espèce. A moyen terme, l'objectif serait de compiler ces itinéraires techniques afin de créer un cahier technique complet sur la conservation des zones humides pour le Cuivré de la bistorte et cortège associé dans les Pyrénées.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : ANA- CEN Ariège

Partenaires sollicités : PNR PC, CEN LR, Observatoire de la montagne d'Orlu

Résultats attendus : Prise de conscience des gestionnaires des spécificités de l'espèce et des milieux humides associés.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : Réalisation de plusieurs fiches techniques

Méthode et outils :

Compiler les informations et retours d'expériences pour réaliser des fiches techniques montrant les différentes techniques de restauration et d'entretien, les résultats avant/après. Conception et rédaction puis diffusion.

Résultats : 9 Fiches techniques ont pu être réalisées par compilation des différents résultats de mesures de gestion et de retours d'expérience. Ces fiches techniques pourront être encore modifiées avant leur diffusion.

Liste des fiches techniques réalisées :

- Fiche de présentation du Cuivré de la bistorte et de la gestion et l'entretien de ses biotopes

- **État des lieux / suivis naturalistes**
- **Restauration de la fonctionnalité hydrologique**
- **Restauration de la strate herbacée**
- **Accompagnement/concertation pour l'adaptation des pratiques agricoles**
- **Ouverture corridors boulaie/saulaie**
- **Ouverture corridors hêtraie / sapinière**
- **Mise en place de clôtures et d'exclos**
- **Animation foncière**

Restauration de la fonctionnalité hydrologique

Objectifs :
Restaurer la capacité humaine des sites et la biodiversité de la zone humide.
Permettre un report sur pied des herbacés en période de sécheresse.

Obturation de faciès drainant dans un secteur en pente

Mise en œuvre :
L'objectif est de ralentir les écoulements d'eau et de les détourner dans la zone humide.
Les rivières, dans le cas présent des troncs défilés de boulaies, ont été placés de façon engendrée sur le fondraie drainant selon une disposition précise.
La technique d'obturation ici présentée est généralement accompagnée d'un surcroisement en amont et la création de rigoles afin de répartir l'écoulement sur la zone humide. L'accumulation d'eau se fait ainsi dans de petits "réservoirs", des bassins de rétention, et le trop plein sera dirigé vers de part et d'autre du drain. Dans le contexte étudié, nous pensons que cela peut se faire naturellement, et nous avons choisi faire sans intervention (le niveau d'imperméabilité des sols peut être ajusté avec de la poudre de bentonite).

Année « n » (avant-après) n+1 n+3

Piste forestière avec un effet drainant

Dans le cas présent, la piste forestière présente un effet drainant très important pour les zones humides à proximité. Un état des lieux hydrologique permet d'identifier les troncs et les arbres qui représentent les éléments drainants présents sur un site.
Une des possibilités envisagée ici était la mise en place de traverses en bois (type traverses mises en place par l'ONF sur les pistes forestières) et la création, à la sortie de ces traverses, de digressions afin de faciliter l'infiltration dans la zone humide. Finalement, au vu de la lourdeur d'entretien de ces traverses et la difficulté d'accès pour un particulier, un chantier mouillé a été privilégié avec création d'un système digression-butte avec 2 soutiens. Afin d'évaluer l'efficacité de cette action, une cartographie des écoulements et du substrat présent sur la piste a été réalisée avant les travaux. Des planches de sauts sont importées à mettre en place pour évaluer l'efficacité des travaux.

Obturation par le biais des touradons extraits

Si, suite à un diagnostic hydrologique, il apparaît que certains faciès d'une maillière ont un effet drainant, l'obturation de ces faciès par des touradons extraits peut être une solution (dans le cas où des travaux d'éclaircie de touradons ont été réalisés). Ici, un secteur est dédié à l'écoulement au fil des années (de 1 à 10 ans) fait par les passages du troupeau et à l'action de l'eau). Cet écoulement impacte la zone humide avec un effet « grain », l'eau des mouillures alimente ainsi « à l'écoulement » avec un débit assez important, dans la mesure où l'écoulement est si de permettre la dispersion de l'eau au sein des humides en ralentissant le débit grâce à plusieurs sauts réalisés grâce aux touradons extraits (ils ont l'avantage d'être composés de matériaux locaux et de former rapidement une certaine forme de coagulation).

Moyens humains

Chantiers écoles :
Classes de 15 à 25 étudiants avec 3 enseignants.

1 gestionnaire salarié - 2 ST
Classes dépassées 25 étudiants et travaillé sur 2 chantiers différents.

ONF sur piste forestière (optionnel)

Matériel

Matériaux de coupe touradons, matériel de battage, pelles, pioches, pioches, pioches.

PRECONISATIONS

- Avant toutes interventions, il faut réaliser un **état des lieux de la fonctionnalité hydrologique et pédologique de la zone humide étudiée**.
- En complément, réaliser une cartographie des habitats et des **photographes avant travaux** pris sur les zones des futurs travaux.
- Éviter l'importation de matériaux et utiliser, dans les contextes, les matériaux de coupe.
- Réaliser un suivi afin d'évaluer les phénomènes d'érosion.

RETOUR D'EXPERIENCE

Liste de certaines écoles pouvant participer aux chantiers : LÉOTA (BAC Pro ONF), BAC STAV, BTS GPE, Lycée professionnel.

Les techniques présentées sont peu coûteuses, nous sommes à mettre en place, nécessitant peu de moyens matériels. Ces techniques évitent l'importation de matériaux et permettent une perméabilité suffisante, caractéristique recherchée dans un travail de terrain, pour éviter des maillages sans butails de fonctionnalité.

Un des points négatifs est le faible retour d'expérience disponible sur la durabilité de ces structures et sur des réactions demandant leur efficacité.

Si la mise en place de ces travaux est envisagée, la mise en œuvre d'actions de restauration du fonctionnement hydrologique des sites est une réelle satisfaction et, tout en étant plus cohérent dans nos interventions, ouvre de nombreuses perspectives.

Retour d'eau : En fin 2016, nous avons constaté sur le barrage de 2014 une bonne colonisation sur l'ensemble du site mais aussi de légères traces d'érosion sur un côté du talus. Pour les deux barrages de 2015, une colonisation notable a été observée également.

Piste forestière : Le résultat semble fonctionner, les ouvrages détourneront les écoulements et les « fosses » devraient permettre le ralentissement de l'écoulement avant la création dans la zone humide.

Obturation par les touradons extraits : Dans ce secteur, les indices 302 Rhodan de 3 jumeaux situés entre 2014 et 2018 montrent une tendance à l'augmentation. Cette tendance pourrait être en lien avec cette pose locale à l'impact d'un drain.

Coût

Au préalable du chantier école :
0,5 à 1 jour de préparation + 0,5 jour de bilan.

Pour le chantier :
Le nombre de jour de présence du salarié dépend du nombre de jour de présence des étudiants. Nous recommandons la présence du professionnel tout au long du chantier.

Pour le suivi d'un chantier réalisé par un prestataire, nous recommandons la présence d'un professionnel tout au long du chantier.

Il est nécessaire dans ce cas d'être présent pour lancer le chantier puis pour la "livraison" du travail réalisé.

ONF en fonds propres, avec deux techniciens.

Figure 39. Exemple de fiche technique : Restauration de la fonctionnalité hydrologique

(Fiches techniques jointes à ce rapport en Annexe)

4.3.2 Ancrage territorial du projet : valorisation des entreprises locales et du circuit court à l'image de la conservation du Cuvré.

Objectifs : Valoriser le travail grâce à différents supports de valorisation, local et auprès du grand public, ou à plus grande échelle et scientifique. Localement (canton), une prise en compte de la richesse et de la sensibilité des milieux naturels humides ; Valorisation du tissu social et économique local.

Localisation prévisionnelle : Tous les sites

Période d'intervention : 2018-2019

Coordinateur de l'action : PNRPC

Partenaires sollicités : ANA- CEN Ariège, CEN LR, Fédération Aude Claire, Observatoire de la montagne d'Orlu

Résultats attendus : Une prise en compte de la richesse et de la sensibilité des milieux naturels humides du territoire d'étude.

Indicateurs de suivi de l'impact de l'action : nombre d'actions de communication, nombre de supports de communication produits au cours du projet

Méthode et outils :

Il est important de rendre ce projet « accessible » aux acteurs locaux (éleveurs, habitants, élus, etc.). L'objectif serait de donner à la conservation de cette espèce et plus généralement des zones humides une résonance au cœur du territoire d'étude, une appropriation locale. Les actions doivent donc toujours intégrer en priorité la valorisation du territoire, d'entreprises dynamiques et de filières locales.

Il s'agit par exemple, pour la réflexion sur les travaux, de prioriser et d'intégrer les entreprises de débroussaillage et de débardage à cheval des environs. De mêmes pour le pastoralisme, où la valorisation du travail des éleveurs et des races locales, la réflexion sur la valorisation des produits issus des pratiques agricoles menées sur les sites à Cuivré, permettra certainement une meilleure appropriation des enjeux par les habitants du territoire.

L'organisation de sorties estivales de sensibilisation sur les zones humides du secteur est également envisageable, avec la mise d'outils de communication innovants basés sur le jeu et la réflexion.

Résultats : Deux journées de sensibilisation ont été réalisées, dont une en mai afin de faire un retour d'expériences avec les gestionnaires d'espaces naturels d'Occitanie.

La venue du « Piribus » (campagne de sensibilisation sur les patrimoines pyrénéens à l'échelle de l'ensemble du massif) en Ariège a permis de présenter le projet au grand public lors de la clôture de l'événement le 23 juin 2019.



La création d'une maquette de poster illustrant les espèces liées aux zones humides étudiées dans le cadre de ce projet est en cours de réflexion. Il illustrera les différentes espèces cohabitant avec le Cuivré de la bistorte et le Nacré de la bistorte et pourra servir de support de communication et de sensibilisation à la protection des milieux hébergeant ces espèces, dont les milieux de la trame turquoise.

Une réunion de présentation des résultats concernant l'étude de l'état de conservation du Cuivré de la bistorte dans les Pyrénées et la modélisation de la connectivité du réseau de zones humides est prévue le 26 novembre avec les partenaires du projet ainsi que certains élus du territoire.

Livret sur les insectes :

Dans le cadre de la programmation Natura 2000 sur les sites du Parc Naturel Régional des Pyrénées catalanes, un livret sur les insectes du territoire est en cours de réalisation par l'Office pour les insectes et leur environnement (OPIE). Cet ouvrage, à destination du grand public vise à sensibiliser les différents acteurs et usagers à l'intérêt et à la diversité des insectes et des milieux associés. Ainsi, ce livret mettra également en avant le Cuivré de la bistorte, espèce incontournable et emblématique des Pyrénées-Orientales.

D'autres actions de sensibilisation sont en cours d'élaboration (ex. animations).

Article dans le Bulletin d'informations du 1^{er} semestre 2019 de l'ANA-CEN Ariège :

Un dossier spécial dans le bulletin d'informations de l'ANA- CEN Ariège a été consacré aux zones humides et à la conservation du Cuivré de la bistorte. Ce bulletin a été envoyé aux adhérents de l'association ainsi qu'aux partenaires. Il y est expliqué le projet, les enjeux de conservation et les actions réalisées (Annexe 6).

Ancrage local :

Il y a eu des échanges entre les partenaires et les prestataires en restauration de zones humides (les techniques de débroussaillages, débardage etc.). Ces échanges pourront conduire à la création d'une liste des personnes ressources avec un savoir-faire expérimenté.

Valorisation du projet, formation et sensibilisation				Accompagnement via Natura 2000	
Type d'actions	Nombre de jours ANA	Prestation Fédération Audeclaire	Prestation CENLR	Partenariat PNRPC	Partenariat Observatoire de la Montagne
Elaboration fiches techniques	2		2	1	1
Réflexion ancrage local	1	1	1	2	1
Coordination de l'action	4				
Total action appel à projet	7	1	3	3	2

Figure 20 : Récapitulatif Valorisation du projet, formation et sensibilisation

Les sites d'étude

5.1.1 Description des sites

5.1.1.1 Les mouillères de Noubals

Surface estimée du site : 50ha.

Propriétaires : le site appartient à plusieurs propriétaires privés, les communes de Mijanès et d'Artigues et Electricité de France (EDF)

Situées au sud du lac de barrage EDF dit des Grandes Pâtures, les mouillères de Noubals représentent une mosaïque d'habitats humides (Cf. carte de végétation des mouillères de Noubals). Essentiellement composées de prairie humide à Molinie et Bas marais, ces zones humides abritent les 3 espèces de papillons.

Lors des études de Graham Hart, il citait ce lieu comme étant l'une des populations les plus importantes de la région pour *L.helle* et il mentionnait la présence de *B.eunomia*. Lors de nos trois années de prospection nous avons pu observer une forte population de *B.eunomia* et quelques individus de *L.helle*, mais les populations semblent en fort déclin. Les habitats et la plante hôte des espèces sont bien présents mais il semble que la structure des habitats soit le facteur limitant.

En se référant aux photographies prises en 1995 par G. Hart et à son témoignage, le site s'est en effet partiellement fermé. La fermeture du milieu de ce site est due à un manque d'entretien des zones à molinies. La formation en touradons très dense et très haute ne permet plus aux papillons d'accéder aux feuilles de bistorte pour la ponte. De plus cette formation en touradons dense limite partiellement l'accès du bétail pouvant entretenir ces milieux. Sur ce site, une partie est encore entretenue à l'Automne par des bovins et des équins et apparaît donc moins fermée.

Il est important de mentionner la découverte récente de *Carex buxbaumia*, plante de zone humide, relique glaciaire protégée et classée Vulnérable dans la liste rouge des espèces végétales de Midi-Pyrénées. Il s'agit de la deuxième station de cette espèce dans les Pyrénées, ce qui confère une responsabilité supplémentaire pour la préservation de site, et notamment de son fonctionnement hydrologique.

5.1.1.2 Les mouillères de Balbonne

Surface estimée du site : 28ha.

Propriétaires : le site est situé dans la « forêt » domaniale des Hares (ONF)

Situées en périphérie du lac, les mouillères représentent une mosaïque d'habitats humides et de prairies à molinie pâturées en période estivale.

Ce site a été découvert très récemment, la population de Cuivré de la bistorte présente étant certainement la plus importante de l'Ariège.

5.1.1.3 Les mouillères du Puyvalador

Surface estimée du site : 439 ha.

Propriétaires : le site appartient majoritairement à Electricité de France (EDF)

Situées en périphérie du lac de barrage EDF de Puyvalador, les mouillères de Puyvalador représentent une mosaïque d'habitats humides et de prairies naturelles pâturées ainsi que la ripisylve de l'Aude en aval du barrage.

Dans ces prairies se trouvent des suintements et écoulements tourbeux. Nous retrouvons ce type d'habitats dans la périphérie du cours d'eau. En 2015, la Fédération Aude Claire a réalisé pour EDF des inventaires phytosociologiques très partiel du site. Ces relevés ont mis en évidence la présence de plusieurs habitats humides mentionnés dans la directive "Habitats" de l'Union Européenne.

Les activités pastorales sont constantes depuis de nombreuses années sur ce secteur. Seules quelques zones autour du fleuve Aude montrent de petits signes de fermeture.

5.1.1.4 Le réseau de zones humides de Matemale, Mont-Louis et La Llagonne

Surface estimée du site : 1900 ha.

Propriétaires : le site appartient à des propriétaires privés, aux communes et à Electricité de France (EDF).

Les zones humides sur le secteur de Matemale abritent la Ligulaire de Sibérie (espèce protégée) et se composent principalement de communauté à grandes laïches.

Du côté de la Llagonne, et notamment au niveau de la plaine de la Quillane ce sont principalement des prairies à molinie et à joncs (Jonc des Pyrénées) qui composent le milieu.

5.1.1.5 Le réseau de zones humides de Porté- Puymorens

Surface estimée du site : 518 ha.

Propriétaires : le site appartient à des propriétaires privés et aux communes.

Ce secteur est soumis aux influences climatiques de l'Ariège et reçoit de ce fait beaucoup d'eau et permet le développement de formations végétales originales parmi lesquelles les prairies de fauche, dont l'équivalent se retrouve dans le Capcir.

On retrouve des prairies d'altitude avec une forte présence de la Renouée bistorte. En se référant au témoignage de G. Hart, le site du bois de l'église (parcelle communale) s'est en effet partiellement fermé avec une forte dynamique des taillis de bouleaux. La fermeture du milieu de ce site est due à un très faible pâturage bovin et équin.

Perspectives

6.1 Élaboration d'un programme de conservation des zones humides accueillant le Cuivré de la bistorte et de la trame turquoise

A la suite de ce projet, nous souhaitons poursuivre des actions de conservations des zones humides accueillant le Cuivré de la Bistorte avec le même réseau de partenaires. Nous avons décidé d'un commun accord de continuer à travailler ensemble pour la mise en place d'un programme de conservation en répondant à nouveau à l'appel à projet Biodiversité porté par l'Agence de l'eau RMC. Les actions prévues dans ce projet seraient :

- amélioration des connaissances sur la connectivité entre les sous-populations ainsi qu'une amélioration de la modélisation de la trame turquoise
- effectuer des retours d'expériences et formation des services de l'état à l'enjeu de conservation de cette espèce
- améliorer l'ancrage local et la valorisation des actions de conservation grâce au tissu économique local.
- poursuivre l'animation foncière dans les Pyrénées-Orientales sur les parcelles clés
- l'adaptation des pratiques pastorales suite aux résultats obtenus lors de ce projet avec des éleveurs volontaires
- réalisation d'un cahier technique comprenant les fiches techniques déjà réalisées et la fiche de présentation du contexte en les adaptant pour différents types d'acteurs (élus, gestionnaires, agriculteurs, agents des collectivités territoriales etc.)
- création d'un annuaire comprenant les personnes et structures ressources ou mobilisable pour la conservation des zones humides et de la trame turquoise associée au Cuivré de la bistorte et ses espèces compagnes

De plus, les sites de Puyvalador et Porté-Puymorens feront l'objet d'état des lieux sur la fonctionnalité des ZH et de la rédaction d'un document de gestion prochainement sous réserve d'obtention de financements.

Bibliographie

- AGREIL C. et GREFF N., 2008. Des troupeaux et des hommes en espaces naturels : une approche dynamique de la gestion pastorale: guide technique. Conservatoire Rhône- Alpes des espaces naturels,, 87 p.
- Armstrong, A. J., & Louw, S. L., 2013. Monitoring of the eggs of the Karkloof blue butterfly, *Orachrysops ariadne*, for its conservation management. *Koedoe*, 55(1), 1-11.
- Bauerfeind, S. S., Theisen, A., & Fischer, K., 2009. Patch occupancy in the endangered butterfly *Lycaena helle* in a fragmented landscape: effects of habitat quality, patch size and isolation. *Journal of Insect Conservation*, 13(3), 271-277.
- Barascud, B., & Descimon, H., 1992. Deux papillons "reliques glaciaires" en France: *Lycaena helle* (Lycaenidae) et *Procllossiana eunomia* (Nymphalidae): biogéographie, génétique et conservation. *Insectes*, 87(4), 5-9.
- Bergman, K. O., Askling, J., Ekberg, O., Ignell, H., Wahlman, H., & Milberg, P. 2004. Landscape effects on butterfly assemblages in an agricultural region. *Ecography*, 27(5), 619-628.
- Bernal, B., & Mitsch, W. J., 2012. Comparing carbon sequestration in temperate freshwater wetland communities. *Global Change Biology*, 18(5), 1636-1647.
- Besnard A. & J.M. Salles, 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62 pages.
- Breckheimer, I. A. N., Haddad, N. M., Morris, W. F., Trainor, A. M., Fields, W. R., Jobe, R. T., ... & Walters, J. R., 2014. Defining and evaluating the umbrella species concept for conserving and restoring landscape connectivity. *Conservation biology*, 28(6), 1584- 1593.
- Bullock, A., & Acreman, M., 2003. The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 7(3), 358-389.
- CLAUZEL C., FOLTÊTE J-C. , GIRARDET X. & VUIDEL G. , 2017. Graphab 2.0 Manuel d'utilisation, 42 p.
- Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O'Loughlin, Jennifer, comps. 2000. Wilderness science in a time of change conference-Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23-27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: USDepartment of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 377-381 (Vol. 15).
- CORRIOLE Gilles. & HANNOIRE Christine, 2019. Etude mycologique des tourbières du Donezan (Ariège, France). Rapport final (étude 2017-2019) Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) 33 p.
- CRAIOVEANU, Cristina, SITAR, Cristian, et RÁKOSY, László, 2014. Mobility, behaviour and phenology of the Violet Copper *Lycaena helle* in North-Western Romania. *Jewels in the mist. A synopsis on the endangered Violet Copper butterfly Lycaena helle*. Pensoft, Sofia- Moscow, p. 91-105.

- CRENEAU, Sandrine , LABAT Didier, LOMBARD Antoine, LORIDAN Romuald. 2017, Des outils pour la mise en oeuvre de la TVB, Montpellier, AFB,70 p., Coll. « Cahiers techniques », n° 91.
- CROOKS, Kevin R., BURDETT, Christopher L., THEOBALD, David M., 2017. Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 114, no 29, p. 7635-7640.
- DAVASSE, Bernard, 2006. La gestion sociale des ressources naturelles dans les espaces sylvo-pastoraux des Pyrénées de l'Est (du Moyen Âge au siècle actuel).
- Davidson N.C., 2016. Wetland Losses and the Status of Wetland-Dependent Species. In: Finlayson C., Milton G., Prentice R., Davidson N. (eds) *The Wetland Book*. Springer, Dordrecht.
- Demerges D., 2015. Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des maculinea et autres espèces menacées –Midi-Pyrénées-2014-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées - DREALMidi-Pyrénées.109pp.+ annexe.
- DESCIMON, Henri et BACHELARD, Philippe, 2014. Results of two introductions of *Lycaena helle* in France. *Jewels in the Mist*, p. 185.
- DICKSON, Brett G., ALBANO, Christine M., ANANTHARAMAN, Ranjan, 2019. Circuit-theory applications to connectivity science and conservation. *Conservation Biology*, vol. 33, no 2, p. 239-249.
- Dunn, O. J., 1961. Multiple comparisons among means *Journal of the American Statistical Association*, 56(293):52-64.
- Field, S. A., Tyre, A. J., & Possingham, H. P., 2005. Optimizing allocation of monitoring effort under economic and observational constraints. *The Journal of Wildlife Management*, 69(2), 473-482.
- Fischer, K., Beinlich, B., & Plachter, H., 1999. Population structure, mobility and habitat preferences of the violet copper *Lycaena helle* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Western Germany: implications for conservation. *Journal of Insect Conservation*, 3(1), 43-52.
- Fischer, K., Schubert, E., & Limberg, J., 2014. Caught in a trap: How to preserve a post-glacial relict species in secondary habitats?. *Jewels in the mist*. Sofia: Sofia-Moscow, 217-229.
- Fiske, I., & Chandler, R., 2019. Overview of unmarked: an R package for the analysis of data from unmarked animals.
- FLEURANCE, Géraldine, EDOUARD, Nadège, COLLAS, Claire, et al, 2012. How do horses graze pastures and affect the diversity of grassland ecosystems? In : *Forages and grazing in horse nutrition*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. p.147-161.
- F O L T Ê T E , J e a n - C h r i s t o p h e , CLAUZEL, Céline, et VUIDEL, Gilles, 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks. *Environmental Modelling & Software*, vol. 38, p. 316-327.
- Gardner R.C., Finlayson C.M., Davidson N., Fennessy S., Coates D., Darwall W., Dema M., Everard M., McRae L., Perennou C. et Stroud D., 2018. Convention de Ramsar sur les zones humides. Perspectives

mondiales des zones humides : état des zones humides à l'échelle mondiale et des services qu'elles fournissent à l'humanité. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar.

- Goffart, P., 2014. Plan d'action «Cuivré de la bistorte et ses habitats» en Wallonie. DEMNA/DGARNE/SPW.
- Goffart, P., Cavelier, E., Lighezzolo, P., Rauw, A., & Lafontaine, D., 2014. Restoration and management of habitat networks for *Lycaena helle* in Belgium. *Jewels in the mist. A synopsis on the endangered Violet Copper butterfly Lycaena helle*. Pensoft, Sofia Moscow, 197-216.
- Habel, J. C., 2014. *Jewels in the mist: a synopsis on the highly endangered butterfly species the Violet Copper, Lycaena helle*.
- Habel, J. C., Schmitt, T., Meyer, M., Finger, A., Roedder, D., Assmann, T., & Zachos, F. E., 2010. Biogeography meets conservation : the genetic structure of the endangered lycaenid butterfly *Lycaena helle* (Denis & Schiffermüller, 1775). *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(1), 155-168.
- Habel, J. C., Roedder, D., Schmitt, T., & Neve, G., 2011. Global warming will affect the genetic diversity and uniqueness of *Lycaena helle* populations. *Global Change Biology*, 17(1),194-205.
- HADDAD, Nick M., BRUDVIG, Lars A, CLOBERT, Jean, 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*, vol. 1, no 2, p. e1500052.
- HANSKI, I Ikka. 2015 . Habitat fragmentation and species richness. *Journal of Biogeography*, vol. 42, no 5, p. 989-993.
- Hart, G., 1996. The distribution ecology and conservation of the butterfly *Lycaena helle* (Denis & Schiffermüller 1775) (Lepidoptera Lycaenidae). Thesis. University of East London. 140 p.
- Hart, G., & Bowles, N., 1996. The Violet Copper *Lycaena helle* in the Pyrenees: Distribution and ecology at the species southern distribution margin. *Jewels in the Mist*, 37.
- Herledan V., 2017. « Approche multiscale de la biologie et de l'écologie du cuivré de la bistorte *Lycaena helle* (Denis & Schiffermüller 1775). Influence du paysage, de la structure et la composition de l'habitat sur les population jurassiennes » Conservatoire botanique National de Franche Comté - Observatoire Régional des Invertébrés, 56 p
- HOUARD, X., JAULIN, S., DUPONT, P., 2012. Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB-Odonates, Orthoptères et Rhopalocères. Office Pour les Insectes et leur Environnement, 100 p
- KHIMOUN, Aurélie, PETERMAN, William, ERAUD, Cyril, NAVARRO, Nicolas, GARNIER, Stéphane, FAIVRE, Bruno, 2017. Landscape genetic analyses reveal fine-scale effects of forest fragmentation in an insular tropical bird. *Molecular ecology*, vol. 26, no 19, p. 4906-4919.
- Lafranchis T. , 2000. Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éd. Biotopes, Mèze (France) : 448 p.
- Landres, P. B., Brunson, M. W., Merigliano, L., Sydoriak, C., & Morton, S., 2000. Naturalness and wilderness: the dilemma and irony of managing wilderness. In:

- LECHNER, Alex Mark, SPROD, Daniel, CARTER, Oberon, 2017. Characterising landscape connectivity for conservation planning using a dispersal guild approach. *Landscape ecology*, vol. 32, no 1, p. 99-113.
- Lambeck, R. J., 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11:849-856.
- Lee M., 2019. Modélisation de la connectivité d'un réseau de zones humides pyrénéen accueillant le Cuivré de la bistorte. p20, Rapport de stage
- Levins R., 1969. Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for Biological Control, *Bulletin of the Entomological Society of America*, Volume 15, Issue 3, Pages 237-240,
- Lindzey, S., & Connor, E. F., 2011. Monitoring the mission blue butterfly using immature stages. *Journal of Insect Conservation*, 15(6), 765-773.
- Lououtin B.,Jaulin S.,Charlot B.,DANFLOUSS, 2019. *Liste Rouge des Lépidoptères Rhopalocères et Zygènes d'Occitanie*.Rapport d'évaluation.OPIE, CEN MP & CEN LR, Montferrier / Lez: 288pp+ annexes (version de travail)
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Andrew Royle, J., & Langtimm, C. A., 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8), 2248-2255.
- MACARTHUR, Robert H. et WILSON, Edward O, 1967. The theory of island biogeography. Princeton university press,.
- MacKenzie, D. I., Royle, J. A., Brown, J. A., & Nichols, J. D., 2004. Occupancy estimation and modeling for rare and elusive populations. Sampling rare or elusive species: concepts, designs, and techniques for estimating population parameters, 149-171.
- MacKenzie, D. I., & Royle, J. A., 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of applied Ecology*, 42(6), 1105-1114.
- Maes, D., Vanreusel, W., Talloen, W., & Van Dyck, H., 2004. Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biological Conservation*, 120(2), 229-241.
- MCRAE, Brad H., DICKSON, Brett G., KEITT, Timothy H., 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology*, vol. 89, no 10, p. 2712-2724.
- MCRAE, Brad H. et BEIER, Paul, 2007. Circuit theory predicts gene flow in plant and animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, no 50, p. 19885- 19890.
- Menéndez, R. , 2007. How are insects responding to global warming?. *Tijdschrift voor Entomologie*,150(2), 355.
- MERLET, François, et HOUARD, Xavier, 2012. Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Cuivré de la Bistorte (*Lycaena helle* (Denis & Schiffermüller, 1775)) relatifs à ses déplacements et à ses

besoins de continuités écologiques. Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 7 pages.

- MINOR, Emily S. et URBAN, Dean L, 2007. Graph theory as a proxy for spatially explicit population models in conservation planning. *Ecological applications*, vol. 17, no 6, p. 1771-1782.
- PIQUERAY, Julien et MAHY, Grégory, 2010. Revue bibliographique sur la restauration des pelouses calcicoles en Europe: contraintes rencontrées et solutions proposées. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, vol. 14, no 3, p. 471-484.
- Roberge, J. M., & Angelstam, P. E. R., 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation biology*, 18(1), 76-85.
- SAHRAOUI, Yohan, FOLTÊTE, Jean-Christophe, et CLAUZEL, Céline, 2017. A multi-species approach for assessing the impact of land-cover changes on landscape connectivity. *Landscape ecology*, vol. 32, no 9, p. 1819-1835.
- SAURA, Santiago et TORNE, Josep, 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental modelling & software*, vol. 24, no 1, p. 135-139.
- SAURA, Santiago, ESTREGUIL, Christine, MOUTON, Coralie, 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990–2000). *Ecological Indicators*, vol. 11, no 2, p. 407-416.
- SHAH, Viral B. et MCRAE, B. H, 2008. Circuitscape: a tool for landscape ecology. In : *Proceedings of the 7th Python in Science Conference*. Pasadena, California, USA : SciPy 2008, p. 62-66.
- Sordello R., Comolet-Tirman J., De Massary J.C., Dupont P., Haffner P., Rogeon G., Sibley J.P., Touroult J., Trouvilliez J., 2011. Trame verte et bleue – critères nationaux de cohérence – contribution à la définition du critère sur les espèces. Rapport MNHN-SPN.
- SUTHERLAND, Chris, FULLER, Angela K., et ROYLE, J. Andrew, 2015. Modelling non-Euclidean movement and landscape connectivity in highly structured ecological networks. *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 6, no 2, p. 169-177.
- URBAN, Dean et KEITT, Timothy, 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*, vol. 82, no 5, p. 1205-1218.
- Turlure, C., Van Dyck, H., Goffart, P., & Schtickzelle, N., 2014. Resource-based habitat use in *Lycaena helle*: Significance of a functional, ecological niche-oriented approach. *Jewels in the mist: A synopsis on the endangered Violet copper butterfly, Lycaena helle*. Pensoft Publishers, 67-86
- 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.
- VANPEENE, Sylvie, AMSALLEM, Jennifer, SORDELLO, Romain, 2018. Prise de recul sur la politique Trame verte et bleue à l'échelle régionale. *Sciences Eaux Territoires*, no 1, p. 14-19.
- WILSON, Maxwell C., CHEN, Xiao-Yong, CORLETT, Richard T., 2016. Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges.

Annexes



Annexe n°1 : retour d'expérience sur les actions menées dans le Donezan

Mise en œuvre d'actions de 2009 à 2017

De 2012 à 2014, l'Association des Naturalistes de l'Ariège a mené un projet de restauration de zones humides sur les 3 sites du Donezan. Des travaux de réouverture ont été réalisés sur les mouillères du Pla et les mouillères de la vallée de la Bruyante via l'intervention d'un prestataire en bûcheronnage. En parallèle, des chantiers-écoles ont été mis en place dans un premier temps aux mouillères de Noubals, puis aux mouillères du Pla

Ces chantiers étaient une excellente façon de réaliser des expérimentations, notamment sur la strate herbacée.

Chantiers mis en place (chantiers-école et prestation) :

- Ouverture de corridors et morcellement de la saulaie
 - La création de corridor écologique : ouverture d'un "couloir" entre deux prairies humides, permettant par la suite la dispersion et des échanges facilités entre populations.
 - Le débroussaillage/abattage sélectif sur les zones d'accueil potentiel pour les papillons.

Cette opération a pour avantage l'amélioration de l'interconnexion entre les sites et potentiellement l'amélioration de la fonctionnalité hydrologique des zones humides sachant que l'importante végétation ligneuse de cette zone est probablement un facteur d'assèchement.

Il est communément acquis que le biotope de *L.helle* est constitué de zones humides à Renouée bistorte (bas marais, frange de tourbières, prairie à molinie) intégrant des lisières de végétation arborescente. Il nous paraissait intéressant de morceler certains massifs de saules afin de faciliter les échanges sur les mouillères.

- Diminution de la densité de touradon

Afin de limiter la densité de touradons, nous avons procédé à une éclaircie au sein de ces structures végétales. Cette action permet aussi de faciliter l'accès du secteur au bétail (accès aujourd'hui difficile voire impossible). Les animaux assez lourds peuvent aussi, par piétinement, remettre ponctuellement la terre à nue.
- Ouverture du milieu herbacé (mouillères du Pla et de Noubals) :

Opération consistant à faucher manuellement la molinie dans les zones où la densité est très forte. Nous laissons partiellement de la litière car elle est nécessaire au bon déroulement du cycle biologique de *L.helle*.
- Etrepage (mouillères de Noubals):

Cette opération consiste à mettre la terre ou tourbe à nue en éliminant totalement la végétation ainsi que les premiers centimètres de terre, tourbe ou humus. L'objectif de ce traitement étant de redonner ponctuellement un état pionnier à l'habitat et de voir comment se comporte la végétation.
- Restauration de pistes à effet drain

Suivi écologique

- Un suivi qualitatif et quantitatif de l'évolution des habitats

Sur le pas de temps de ce projet, il a été noté :

 - Des améliorations recherchées sur le recouvrement des ligneux en lien avec les travaux
 - des améliorations recherchées sur la strate herbacée avec localement des densités de touradons qui diminuent en lien avec les travaux et les modes de gestion appliqués
 - des dégradations de l'état de conservation en lien avec les travaux sur le site de la Mouillère. Il faut remarquer qu'actuellement ces dégradations s'observent sur des secteurs assez réduits. Un suivi sera mis en place dès 2015 pour mesurer l'évolution de ces zones dégradées.
- Un suivi du cortège de papillons de zones humides

Grâce à la mise en place d'un transect par site depuis 2015, des tendances de répartition et d'état des populations ont été mises en valeur. Depuis 2015, sur la plupart des sites, *L.helle* semble en déclin et *B.eunomia* semble être plutôt stable

- Suivi des pontes de *L.helle*.

Un suivi des pontes a été réalisé de 2011 à 2013. Il s'est basé sur le protocole mis en place par G.Hart en 1994-1995 (comptage des œufs sur des transects de 20m avec quadrats de 1m²). Cela nous a permis, en plaçant les transects sur les mêmes lignes définies par Graham dans les années 90, de confirmer la tendance à la baisse pour la population de ce papillon.

Fréquentation, accueil et pédagogie

Depuis 2012, l'ANA – CEN Ariège a réalisé plusieurs sorties, des articles, des conférences et une exposition sur les papillons, la biodiversité et les milieux associés aux zones humides du Donezan.

Rédaction du plan de gestion des sites (2015-2019) et mise en œuvre d'actions 2015-2018

A la suite du précédent projet, la fin d'année 2014 et le début d'année 2015 ont été consacrés à la rédaction du plan de gestion des 3 sites de zones humides du Donezan (les mouillères du Pla, les mouillères de Noubals et les mouillères de la Bruyante) sur la période 2015-2019.

Ce document (Plan de gestion (2015-2019) Mouillères du Pla, du Barrage des Grandes Pâtures (Noubals), et de la vallée de la Bruyante, Mai 2015, A.Calard & C.Brousseau (ANA – CEN Ariège), 117p) nous a permis de prendre une réelle prise de recul sur les années précédentes, de réaliser un bilan afin de repartir sur des bases solides pour une conservation cohérente de ces sites.

Les deux premières années de mise en œuvre du plan de gestion nous ont permis de maintenir la dynamique mise en place depuis plusieurs années. L'instauration d'un comité de suivi et de pilotage du plan de gestion regroupement les partenaires techniques et financiers, élus locaux, etc. chaque année a notamment permis une lisibilité plus claire des actions pour chaque intervenant et des échanges fructueux.

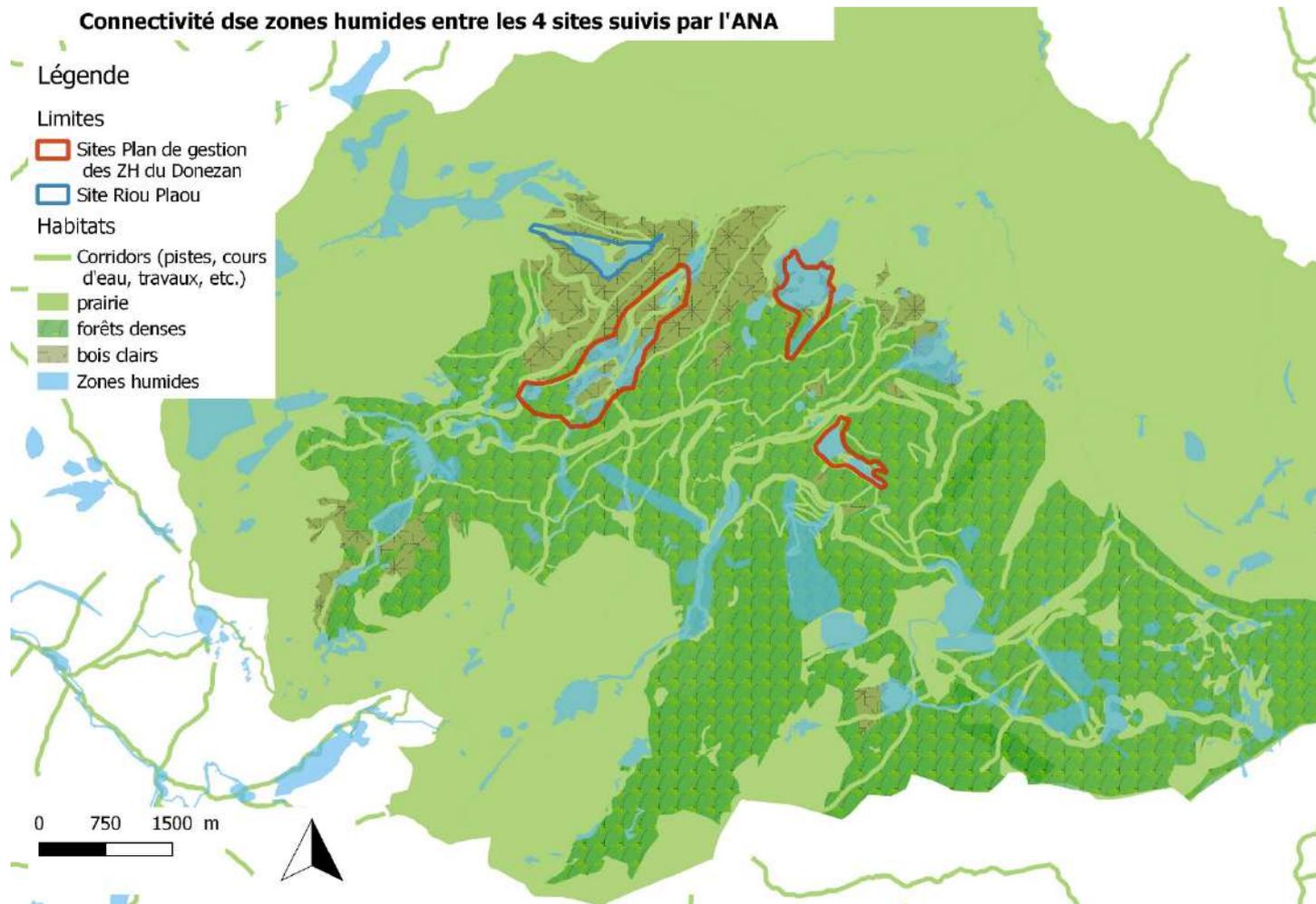
Depuis 2016, de véritables initiatives et volontés locales pour la préservation des zones humides au sein du territoire ont émergées. La combinaison de nos interventions auprès du grand public sur les communes du Donezan, de la rencontre des éleveurs, des propriétaires privés, des élus et du bouche à oreille commence à fonctionner. Les échanges pour la signature de conventions (2 conventions signées, 2 en cours de signature) de gestion, voire d'acquisition foncière ont été de plus en plus régulier au cours de l'année.

Annexe n°2 : connectivité des populations de *Lycaena helle* dans les Pyrénées

1.1. Les populations du Donezan

La tourbière du Riou Plaou, les mouillères de la Bruyante, de Noubals et du Pla sont des sites situés dans un réseau de zones humides riche et important (tête du bassin versant de la haute vallée de l'Aude). Ces zones humides sont plus ou moins connectées entre elles, la déprise sur le territoire ayant favorisée la fragmentation de ce réseau (carte ci-dessous).

Connectivité des zones humides entre les 4 sites suivis par l'ANA



1.1.1. Création de corridors de biodiversité entre les habitats humides

Si la reconexion des zones humides est très intéressante pour les papillons, **l'originalité de ces milieux est riche pour la faune et la flore en général**. L'entomofaune en général, notamment les odonates, l'herpétofaune, la grande faune, etc. profiteront de la création de corridors entre les zones humides. De plus, l'état de conservation de ces mêmes habitats humides peut être maintenu ou amélioré selon le contexte et les actions mises en place. Les 4 sites étudiés sont parmi les plus riches, en termes de biodiversité, des Pyrénées. Ils sont également très importants car leur position, en tête de bassin versant, représente aussi un enjeu pour la gestion et le maintien de l'ensemble des zones humides de la haute vallée de l'Aude.

1.1.2. Reconnexion des populations d'un papillon rare et menacé

Sur 3 des 4 sites étudiés par l'ANA – CEN Ariège dans le Donezan, l'ANA – CEN Ariège travaille depuis 2009 pour la conservation de *Lycaena helle deslandesi*, papillon rare et emblématique des zones humides de ce territoire. Graham Hart, adhérent de l'ANA – CEN Ariège, étudie la population pyrénéenne de ce papillon

depuis 1994 (voir en pièce jointe le diaporama présenté dans le cadre du colloque « les invertébrés dans la conservation et la gestion des espaces naturels », organisé par le CEN Midi-Pyrénées en mai 2015).

Extrait de la déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des *Maculinea* (et autres papillons menacés) / Midi-Pyrénées / 2014 – 2018 / Document élaboré par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées et la DREAL Midi-Pyrénées.

II. Espèces prioritaires en Midi-Pyrénées

1. Espèces issues du Plan National d'Actions *Maculinea*

Le Plan National d'Actions *Maculinea* définit cinq espèces prioritaires à l'échelle nationale. Elles sont toutes soumises à une réglementation française et/ou européenne. Trois des cinq taxons mentionnés dans le PNA sont présents en Midi-Pyrénées et sont de fait intégrés à la déclinaison régionale. Il s'agit de l'Azuré de la croisette (*Maculinea alcon rebeli*), l'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon alcon*) et de l'Azuré du serpolet (*Maculinea arion*).

2. Autres espèces prioritaires en Midi- Pyrénées

Trois espèces ont été ajoutées au plan régional d'actions *Maculinea*, et que nous appellerons par la suite PRAP (Plan régional d'action papillons), élargi à d'autres espèces de rhopalocères menacées en région Midi-Pyrénées.

Ce choix est justifié pour deux raisons :

Le caractère patrimonial des espèces sélectionnées, cumulant divers enjeux au niveau national ou régional ;

- Le degré de menace élevé portant sur ces espèces, révélé en grande partie par le programme d'inventaire régional (atlas 2008- 2014), mais aussi par les activités d'inventaires, de suivis et de gestion conservatoire menées par le réseau d'acteurs pour la protection de la nature en Midi- Pyrénées, dont le CEN MP. Ces espèces sont étroitement liées aux zones humides.

Les trois espèces sélectionnées sont les suivantes : le Cuivré de la bistorte (*Lycaena helle*), le Nacré de la bistorte (*Boloria eunomia*) et le Fadet des laiches (*Coenonympha oedippus*).

(...)

Le niveau de priorité donné à chaque espèce est présenté dans les monographies, de la manière suivante :

- Priorité forte 
- Priorité faible 

3.1. *Lycaena helle* **1**

3.3.1 *Cuivré de la bistorte*

Famille: **Lycaenidae**



3.3.2 *REPARTITION*

Selon Dupont & al. (2013), trois lignées évolutives semblent concerner les populations européennes. La lignée ouest-européenne, regroupant les populations des Pyrénées, du nord-ouest du Massif Central, des Monts de la Madeleine, des Ardennes et de l'Eifel, des Vosges et du Westerwald (Rhénanie-Palatinat, Allemagne), concerne les taxa infra-spécifiques suivants : *arduinae* Meyer, 1980, *arvernica* Bernardi

& Lesse, 1952, *deslandesi* Hemming, 1932, *magdalenae* Guérin, 1959 et *perretei* Weiss, 1977.

Relicte glacière eurosibérienne, présente des pays scandinaves à l'extrême est de la Sibérie. Les populations sont extrêmement localisées en aires disjointes en Europe de l'ouest. En France, cette espèce est présente dans l'est des Pyrénées, le Massif Central, le Morvan (où elle a été introduite avec succès), le Jura, les Vosges et les Ardennes.

En Midi-Pyrénées, elle est considérée comme très rare, très localisée et uniquement présente dans le Donezan en Ariège, en quelques stations. Si la couverture en mailles a augmenté depuis 2008, le nombre de stations a en revanche fortement diminué, entre la période 1994-1995 et la période 2010-2014 (G. Hart, comm. pers.).

3.3.1 *ÉCOLOGIE – BIOLOGIE*



Moeurs: espèce de petite taille, dont les populations sont constituées en Ariège de petits effectifs, de sorte qu'elle peut facilement passer inaperçue si l'on ne la recherche pas spécifiquement. La distribution spatiale entre mâles et femelles au sein d'une station, est assez marquée: les mâles ont un fort comportement territorial, se postant régulièrement sur des petits saules ou bouleaux, chassant les autres mâles où des individus d'autres espèces, qui passent à proximité. Les femelles s'éloignent très peu des plantes-hôtes larvaires, se tenant sur le feuillage ou les fleurs. Floricoles, les adultes aiment butiner, notamment les fleurs de la bistorte lorsque celle-ci est avancée dans la floraison, ou sur d'autres fleurs à tendance violette ou bleue.

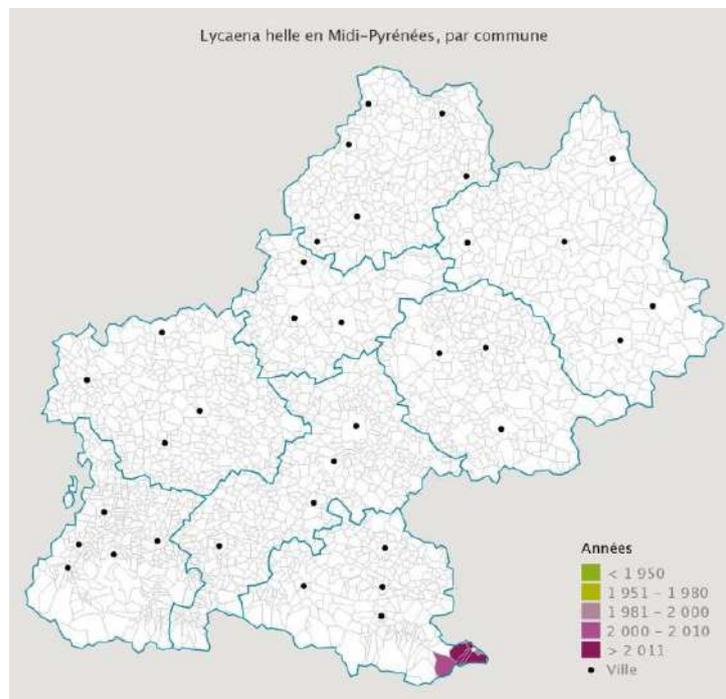
La femelle pond isolément les oeufs sur la plante nourricière des chenilles, spécialement sur la face inférieure des feuilles. Elle semble particulièrement choisir les pieds isolés de Bistorte où la litière est importante (G. Hart, comm. pers.).

Milieux: à caractère hygrophile net, les milieux utilisés sont des prairies paratourbeuses de montagne, généralement parsemés d'arbustes (bouleaux, saules) qui sont utilisés comme perchoirs par les mâles. (...)



Mijanes (09) © David Demergès

-  Dir. Hab. Faune-Flore - Annexe 2
-  Dir. Hab. Faune-Flore - Annexe 4
-  Protection nationale
-  ZNIEFF
-  Liste Rouge France (NT)
-  Liste Rouge Europe (EN)
-  Liste SCAP
-  Liste TVB



3.3.3

(...)

Prospection contemporaine moyenne : des inventaires spécifiques ont été menés depuis 2010 par l'Association des Naturalistes de l'Ariège (ANA), dans la région du Donezan.



3.3.4 MENACES ET ENJEUX EN REGION

Les menaces portant sur cette espèce en Ariège sont liées à l'enrésinement et l'abandon des pratiques de pâturages sur certaines stations. La perte de couloirs naturels de dispersion entre les différentes stations enclave les petites populations qui ont en grande partie disparues entre 1994 et 2014. Depuis, 2011, des chantiers de restauration et d'entretien, portés par l'ANA, ont déjà permis de maintenir certains habitats utilisés par *L. helle*. Il est important pour le maintien des populations existantes, de recréer des corridors écologiques et de ré-ouvrir des parcelles où il a disparu.

La responsabilité est grande pour les acteurs du territoire du Donezan car **la conservation de cette espèce est prioritaire à l'échelle régionale**. Dans cette optique, l'ANA – CEN Ariège met en place depuis 2009 des actions en faveur des habitats humides et des papillons.

Pour la préservation durable des habitats naturels hôtes du papillon, des actions de restauration puis d'entretien des sites ont été mises en place afin d'obtenir un équilibre entre les prairies humides, les saulaies et les bois.

Pour la préservation durable des populations de *Lycaena helle*, la création de corridors de biodiversité permettant la reconnexion du réseau de zones humides et des habitats d'accueil potentiels pour l'espèce est réalisée depuis 2012 dans le Donezan. (...)

Pour le Cuivré de la Bistorte, la capacité de dispersion de l'espèce se situe entre 100 mètres (dispersion « régulière » ou « habituelle ») et 550 mètres (dispersion assez rare mais potentielle).

La carte suivante permet d'illustrer la capacité potentielle de dispersion du Cuivré de la Bistorte sur le territoire du Donezan en centrant sur les sites étudiés par l'ANA. On y observe les corridors potentiels (cours d'eau, pistes, travaux de réouverture déjà réalisés, etc.), les milieux d'accueil potentiel (zones humides, zones à Bistortes pour le Cuivré).

On observe qu'actuellement, entre les sites étudiés, peu de corridors « directs » existent. Un réel besoin de reconnexion en ressort, appuyé par le fait que ces sites sont tous situés à 2000 mètres ou moins les uns des autres et présentent des habitats d'accueils potentiels pour l'espèce.

A METTRE EN ŒUVRE DANS LE PRAP ...

Sites prioritaires :

Stations suivies par l'ANA – CEN Ariège dans le Donezan (09)

Actions à mettre en œuvre :

- C.01.5, C.02, C.04, G.01 → G05, S.01, S.03, S.04, R.02

Lien avec les autres espèces PRAP (cortège associé) :

- *Boloria eunomia*, *Euphydryas aurinia*

Dispersion et connectivité entre les 4 sites de zones humides suivis par l'ANA pour L.helle

Légende

Lhelle2015

- Donnée ponctuelle
- Dispersion habituelle L.helle
- Dispersion potentielle L.helle
- P.bistorta

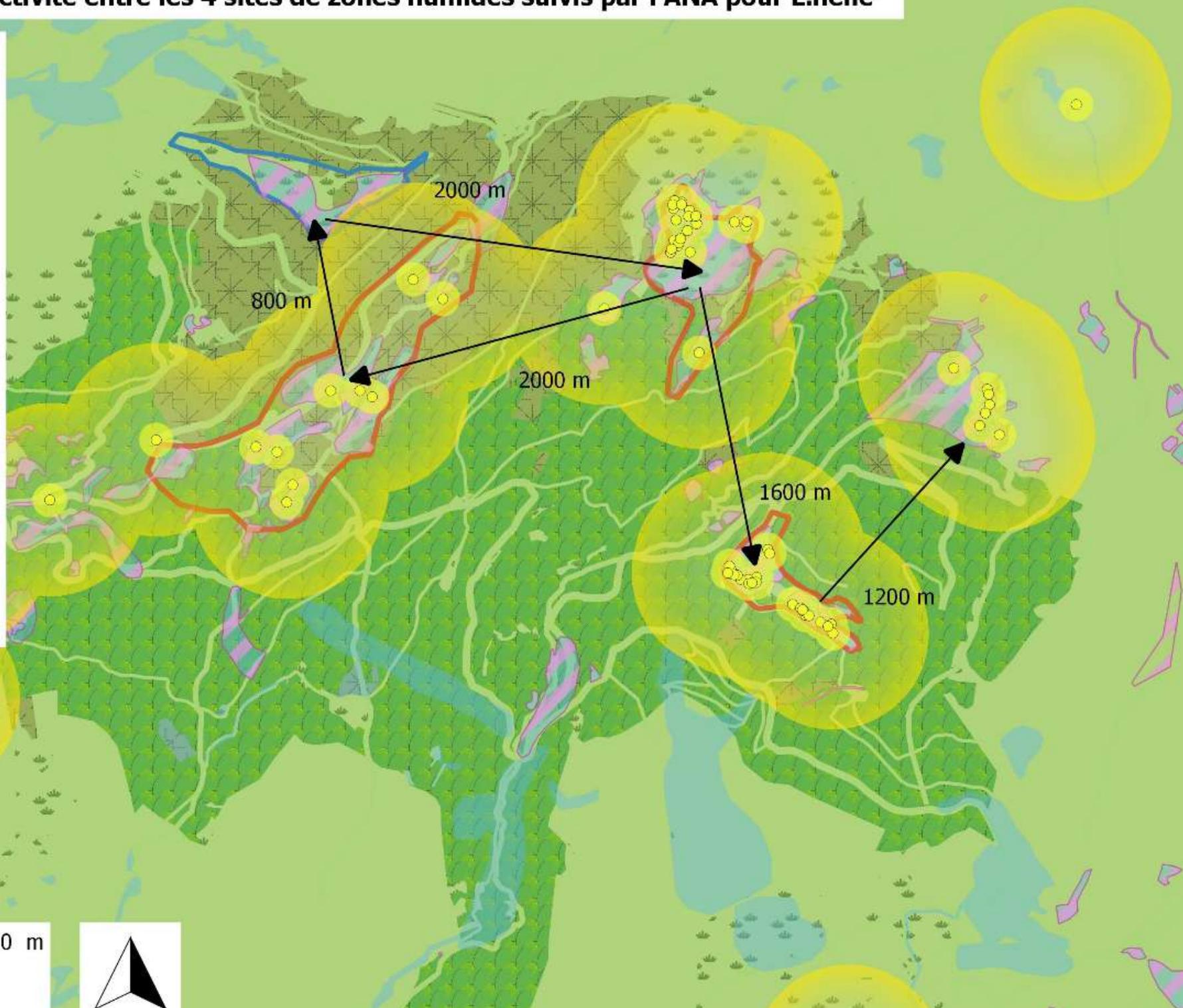
Limites

- Sites Plan de gestion des ZH du Donezan
- Site Riou Plaou

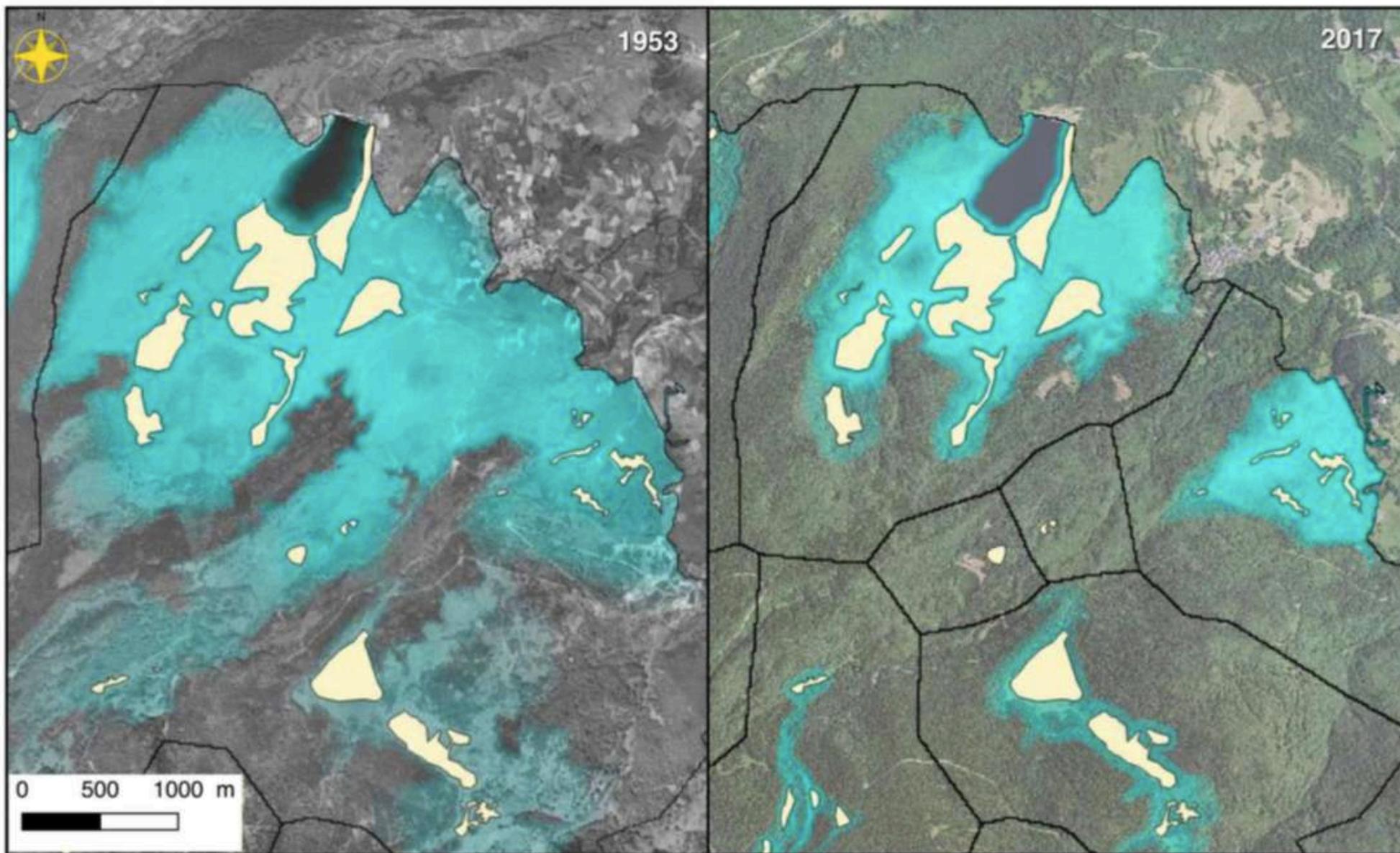
Habitats

- Corridors (pistes, cours d'eau, travaux, etc.)
- prairie
- forêts denses
- bois clairs
- Zones humides

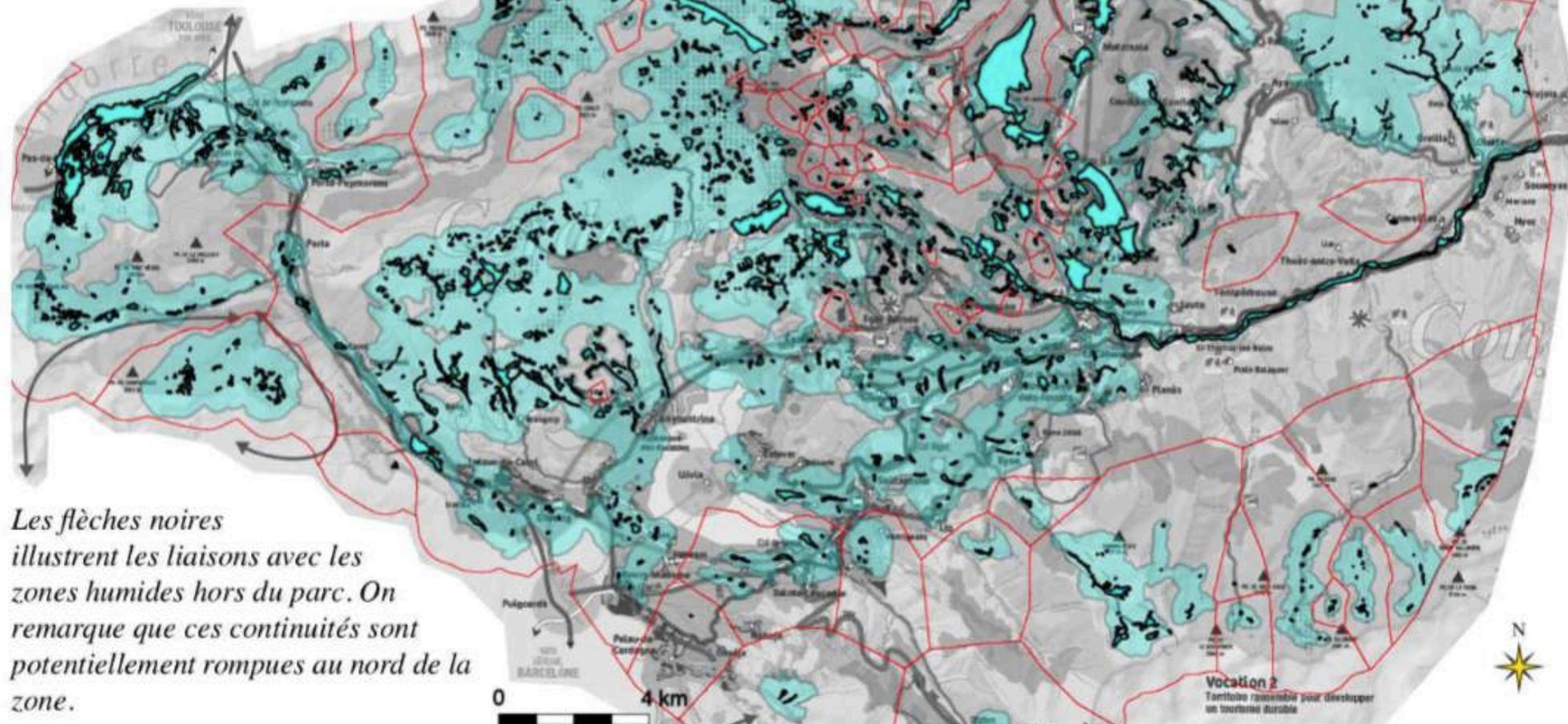
0 750 1500 m



Annexe n°3 : Résultats de l'analyse diachronique de la connectivité dans le Donezan.



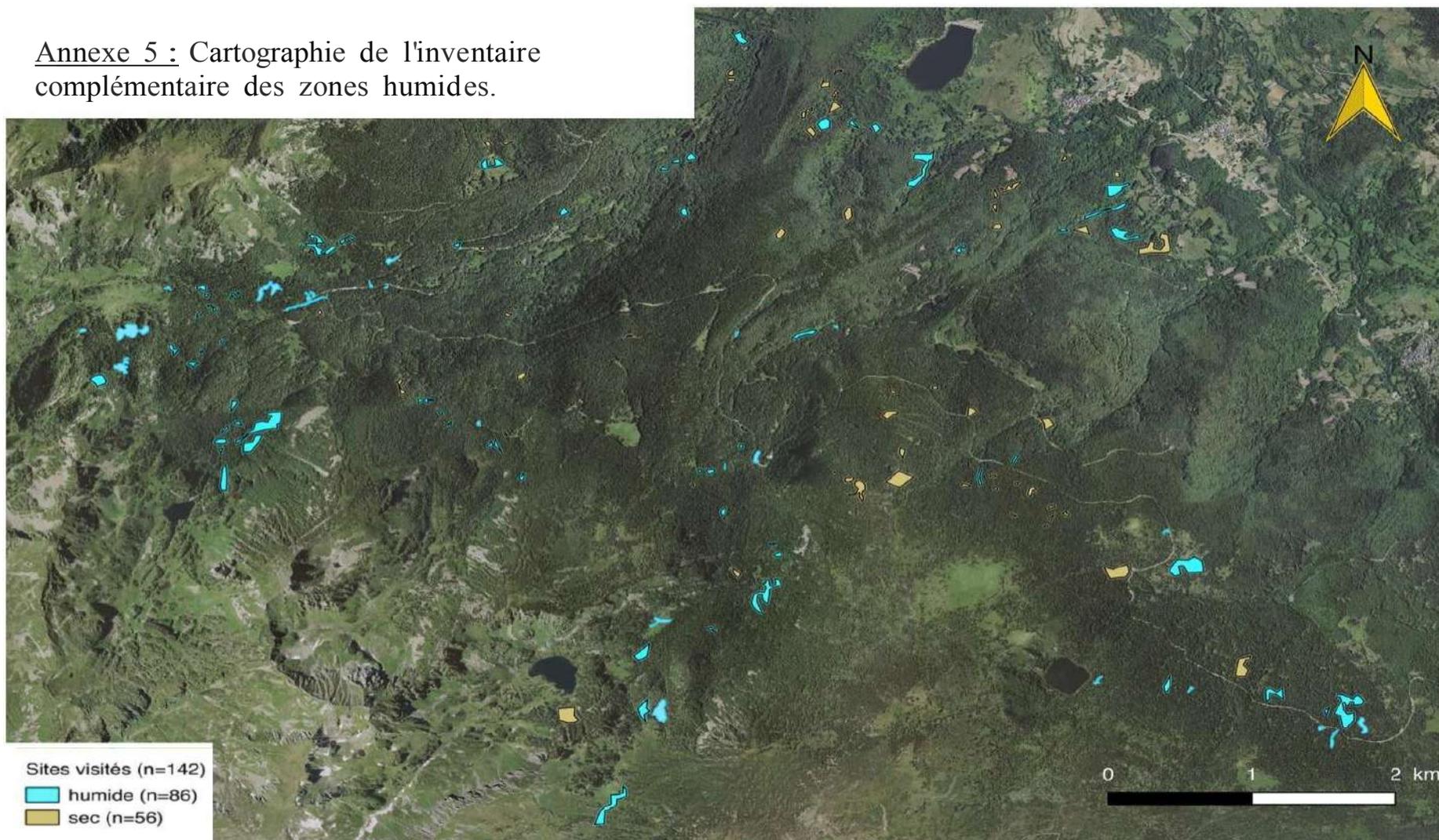
Annexe 4 : Comparaison des corridors révélés par l'analyse à grande échelle avec la trame verte et bleue du plan du Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes. *Les corridors sont en turquoise, et la Trame des milieux aquatiques du PNR est symbolisée par les motifs de ponctuation carrée. Les limites des composantes sont en rouge, symbolisant une discontinuité de la connectivité des zones humides. On peut parler de « trame turquoise », car elle mêle à la fois la trame verte et la trame bleue.*



Les flèches noires illustrent les liaisons avec les zones humides hors du parc. On remarque que ces continuités sont potentiellement rompues au nord de la zone.

Annexe n°5 : Cartographie de l'inventaire complémentaire des zones humides dans le Donezan réalisé en 2019 .

Annexe 5 : Cartographie de l'inventaire complémentaire des zones humides.



Annexe n°6 : Article publié dans le Bulletin distribué aux adhérents et partenaires de l'ANA-CEN Ariège



Préservation du fonctionnement d'un réseau de zones humides en tête de bassins versants dans l'est des Pyrénées



Vers le maintien d'un réseau de sites accueillant le Cuivré de la bistorte (2018-2019)

Historique et genèse du projet

L'Ana / Conservatoire d'espaces naturels d'Ariège travaille dans le Donezan, canton de l'est de l'Ariège, depuis 2009, pour la préservation de plusieurs zones humides accueillant le Cuivré de la bistorte (*Lycaena helle*).

L'historique des actions entreprises (2009-2017) en matière de connaissance ou de gestion et les retours d'expérience associés ont enrichi notre réflexion et permis d'avoir une vision intégratrice des zones humides (élaboration de plans de gestion de site concertés avec les acteurs locaux, prise en compte en amont des notions de fonctionnalités hydrologiques à travers des études ciblées, travailler sur des réseaux de sites et des notions de connectivités intra et intersite, intégrer l'ensemble des espèces et habitats patrimoniaux pour définir nos interventions).

Objectifs du projet

Le projet vise à mettre en œuvre des actions contribuant à la préservation de la fonctionnalité d'un réseau de sites de zones humides en tête de 3 bassins versants accueillant le Cuivré de la bistorte dans son aire de répartition pyrénéenne : l'Ariège, l'Aude et les Pyrénées-Orientales. Ces premières actions seront réalisées préalablement à la restauration de zones humides. L'objectif étant de coupler la connectivité « aérienne » des sites (corridors écologiques pour les papillons notamment) et la connectivité des écoulements (conservation de la fonctionnalité d'un réseau de zones humides à une échelle large).

Ce projet multipartenarial réunit 5 acteurs de la protection de l'environnement du territoire : l'Ana / CEN Ariège, le CEN Languedoc-Roussillon, la Fédération Aude Claire, l'Observatoire de la Montagne d'Orlu et le PNR des Pyrénées catalanes.

Trois grands groupes d'actions se distinguent :

- La connaissance de l'espèce et des milieux associés : amélioration de la connaissance des habitats de l'espèce et des cortèges floristiques et faunistiques associés, évaluation de l'état de conservation des sites.
- La gestion conservatoire des sites : retours d'expériences sur les actions mises en œuvre dans le Donezan par l'Ana / CEN Ariège, animation foncière.
- Valorisation du projet, formation et sensibilisation : élaboration d'itinéraires techniques à la gestion des sites à Cuivré de la bistorte, ancrage local.



Morphologie des différents stades de *Lycaena helle* et sa plante hôte, *Bistorta officinalis*

Les actions seront mises en œuvre à partir de la fin d'année 2018 jusqu'à fin 2019.

Alexis CALARD

Modéliser les déplacements du Cuivré de la bistorte pour définir les priorités de gestion des sites gérés par l'Ana / CEN Ariège

Introduction

Le paysage du Donezan a connu au cours du dernier siècle une évolution rapide. La forêt a progressivement repris ses droits sur bon nombre de pâturages en réponse à la déprise agricole. Ces changements affectent les capacités de dispersion des espèces inféodées aux milieux ouverts comme le Cuivré de la bistorte, dont les populations se retrouvent de plus en plus isolées les unes des autres.

En France, cette espèce a une aire de répartition très éparse et l'Ariège a la chance d'accueillir la plus méridionale de ses populations, à cheval sur les Pyrénées-Orientales (fig.1).

Dans le Donezan, le maintien de cet habitant des zones humides dépend en grande partie de la préservation de la connectivité entre les derniers sites qui l'hébergent. Jusqu'à maintenant, l'étude du réseau de zones humides s'appuyait sur la distance « à vol d'oiseau » entre les sites.

Cette approche ne prend pas en compte la nature du paysage séparant les taches d'habitats favorables, ce qui a pour conséquence de surestimer la connectivité du réseau. La modélisation des déplacements du Cuivré de la bistorte permet de s'affranchir de cette limite en intégrant l'hétérogénéité de la matrice paysagère, permettant ainsi de visualiser finement les corridors que peut utiliser l'espèce.



Fig 1 : Répartition européenne et nationale

Méthode

Ce travail a été réalisé sous le logiciel gratuit Graphab 2.2.6, développé par l'université de Franche-Comté, qui se base sur deux théories mathématiques aux résultats complémentaires, la théorie des graphes et la théorie des circuits électriques.

L'analyse nécessite deux éléments :

- Une cartographie de l'occupation du sol, synthétisant le paysage en grandes catégories d'habitats. La carte utilisée ici emploie 15 classes d'habitats (forêt de conifères, pâture, urbain, zone humide...).
- Des hypothèses concernant l'affinité des imagos pour chaque catégorie du paysage.

À partir de ces informations, on obtient une carte de coût à la dispersion (fig. 2). On peut alors calculer l'ensemble des chemins reliant un site favorable à un autre, dont le coût de dispersion est inférieur à une valeur seuil.

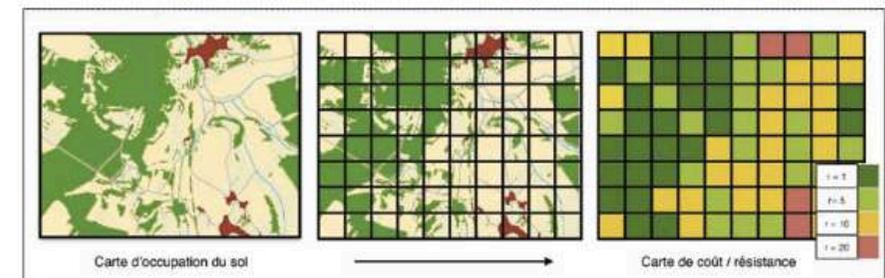


Fig 2 : Carte de coût à la dispersion du paysage pour une espèce donnée, à partir d'une carte d'occupation du sol et des hypothèses concernant l'affinité des individus en dispersion pour chaque catégorie d'habitat.

Annexe n°6 suite : Article publié dans le Bulletin distribué aux adhérents et partenaires de l'ANA-CEN Ariège

Celle-ci a été définie de manière à ce que les individus ne puissent parcourir plus de deux kilomètres dans la catégorie d'habitat la plus favorable, conformément à ce qui est retrouvé dans la littérature scientifique concernant l'espèce. Les coûts associés aux pixels d'habitats suboptimaux sont proportionnels à la distance maximale que peuvent effectuer les papillons en dispersion dans chaque catégorie d'habitat, estimée par dires d'experts.

Résultats

L'analyse a été faite pour l'occupation des sols actuelle et celle de 1953 (estimée à partir des photographies aériennes historiques). D'après nos estimations, les corridors potentiels ont tendance à s'affiner ou disparaître depuis une cinquantaine d'années, comme l'illustre la fragmentation des sites de Noubals, de la Pradaille et du Pla, anciennement connectés (fig. 3).

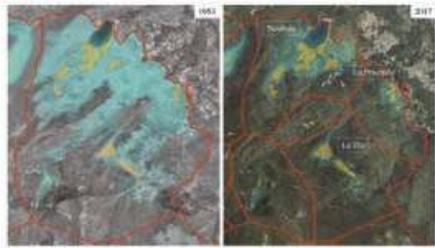


Fig 3 : Corridors potentiels (en turquoise) en 1953 et 2017. Les sous-réseaux de zones humides sont délimités en rouge.

Discussion

La modélisation permet d'appréhender la connectivité du réseau sous un nouvel angle, en mettant en application un outil hérité de la recherche scientifique. Cependant, notre analyse n'est pas exempte de tout reproche, le premier étant que les résultats sont dépendants des dires d'experts. Pour pallier ce biais, les corridors obtenus selon les trois experts consultés seront confrontés aux données d'observation du papillon en dispersion afin de sélectionner les coûts les plus vraisemblables. Les résultats des analyses de génétique des populations (cf. Bulletin n°89) viendront aussi confirmer ou non les conclusions de l'étude.

Une seconde limite de l'analyse est la qualité de la cartographie d'occupation des sols, notamment l'inventaire non-exhaustif des zones humides de la zone. Une campagne de prospection complémentaire sera donc menée pour remédier aux lacunes de la carte utilisée.

Lorsque ces ajustements seront terminés, nous pourrions alors déterminer grâce au logiciel, quelles sont les zones humides à préserver en priorité pour maintenir les échanges d'imagos entre sites, mais aussi où intervenir pour restaurer de la manière la plus efficace possible l'interconnexion du réseau. Les mesures de gestion qui en découleront bénéficieront par ailleurs à la dispersion des autres espèces cohabitant avec le Cuivré de la bistorte, « espèce parapluie » (espèce dont la conservation permet la préservation de toutes les espèces faune et flore présentes sur le même milieu) du cortège entomologique des mouillères du Donezan.

Matthias LEE

État de conservation, connectivité et répartition pyrénéenne du Cuivré de la bistorte : à la recherche de ses œufs !

Le Cuivré de la bistorte, le plus petit cuivré de France et aussi le plus rare, voit ses populations décliner sur toute son aire de répartition, de la Scandinavie jusqu'en France. Pourtant, l'Ariège et les Pyrénées-Orientales accueillent des populations de ce papillon emblématique des zones humides. Les causes de son déclin sont notamment le changement de pratique agricole (déprise, surpâturage...), la régression des zones humides ou encore le changement climatique.

L'Ana / CEN Ariège a déjà réalisé plusieurs études sur cette espèce, dont une sur la connectivité des populations par la génétique (cf. Bulletin 89) et des travaux de restauration de zones humides. Afin de compléter ces travaux, l'objectif de mon stage de Master 1 IEGB (Ingénierie en écologie et gestion de la biodiversité) à Montpellier vise à comparer l'état des populations de *Lycaena helle*.

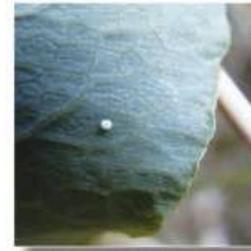
Ce projet est réalisé en partenariat avec le PNR des Pyrénées Catalanes, la Fédération Aude Claire, l'Observatoire de la Montagne et le CEN-LR.



Recherche des œufs par quadrat

Nous avons mis en place un suivi des pontes par des quadrats (recherche d'œufs dans 1 m², répétée sur les sites de ponte), comme l'avait réalisé Graham Hart lors de sa thèse. En parallèle, l'état de l'habitat pour les exigences écolo-

giques du Cuivré de la bistorte est évalué. Ainsi le recouvrement de la plante hôte, la Renouée bistorte (*Bistorta officinalis*), des plantes nectarifères, des touradons, la présence de lisière boisée servant de coupe-vent, la présence de buissons, de litière ou encore le niveau pâturage sur le site sont renseignés.



Œuf de Cuivré de la bistorte, ressemblant à une petite balle de golf

En plus de connaître l'état des grandes populations, nous voulions avoir une estimation de l'occupation des zones humides utilisées pour la dispersion par l'espèce.

La recherche des œufs permet de détecter sa présence plus facilement que la recherche des individus adultes, très difficilement détectables. Ainsi les zones où l'espèce a déjà été rencontrée et des zones humides potentielles sont prospectées à deux reprises pendant la saison de ponte. Ceci permettra d'estimer la probabilité de présence de l'espèce ainsi que sa probabilité de détection. Ainsi ces deux protocoles, associés à l'étude génétique et au travail réalisé par un autre stagiaire de l'Ana / CEN Ariège, Matthias Lee, sur la connectivité entre les sites favorables au Cuivré de la bistorte, permettront d'avoir une vision globale de l'état des populations, de prioriser les actions de gestion et de restauration ainsi que de mettre en place un suivi plus régulier des populations.

Florine HADJADJ

La 4^e étape du PIRIBUS à Seix, en Ariège

Qu'est-ce que le PIRIBUS ? Un pari audacieux ! Réunir au cœur d'une exposition mobile de 72 m²

les richesses et spécificités des Pyrénées (humaines, paysagères, géologiques, naturelles...), à travers de nombreux supports interactifs qui questionnent le visiteur et éveillent ses sens.



C'est aussi 20 mois d'itinérance, 4 thématiques, 12 modules muséographiques, 32 étapes tout au long de la chaîne pyrénéenne, 65 structures membres du réseau Éducation Pyrénées Vivantes mobilisées pour sa conception, 6000 km à parcourir et 30000 visiteurs attendus !

L'Ana, membre du réseau Éducation Pyrénées Vivantes qui a conçu cette exposition sur les patrimoines pyrénéens, a eu le plaisir d'accueillir le PIRIBUS pour sa 4^e étape, en Ariège, dans la commune de Seix, du lundi 17 au dimanche 23 juin dernier. L'exposition était enrichie d'une vingtaine d'animations (randonnées, conférences, expositions, film, spectacle, *escape game*, ateliers ludiques, contes...), avec des acteurs de la vallée et du territoire du Couserans.

Les visiteurs ont suivi des randonnées, des ateliers sur la géologie, ou le fonctionnement des cours d'eau, écouter des conférences sur le Desman des Pyrénées, sur l'impact des changements climatiques sur quelques plantes et papillons des Pyrénées.



Paysage sonore, au sein du PIRIBUS

Ils ont pu découvrir des expositions photographiques (les travaux de Grégory Odemer sur le Lagopède des Pyrénées, ceux de Martin Castellan sur la transhumance, ceux de Sandrine Rousseau sur les habitants de Massat et le regard d'enfants sur des sites Natura 2000...), ou encore des témoignages de la vie locale et des habitants des vallées pyrénéennes à travers du théâtre d'objets et un film inter-générationnel pour comprendre les évolutions de la "jeunesse" à Seix.

Un pari réussi qui a séduit bon nombre de visiteurs. Nous avons compté 1177 participants à l'ensemble de cette programmation, dont 620 visiteurs uniquement pour le PIRIBUS. 10 classes de la maternelle au collège ont également bénéficié de la visite de l'exposition, qui a été particulièrement plébiscitée par les jeunes, qui sont souvent revenus le soir avec leur famille et amis.

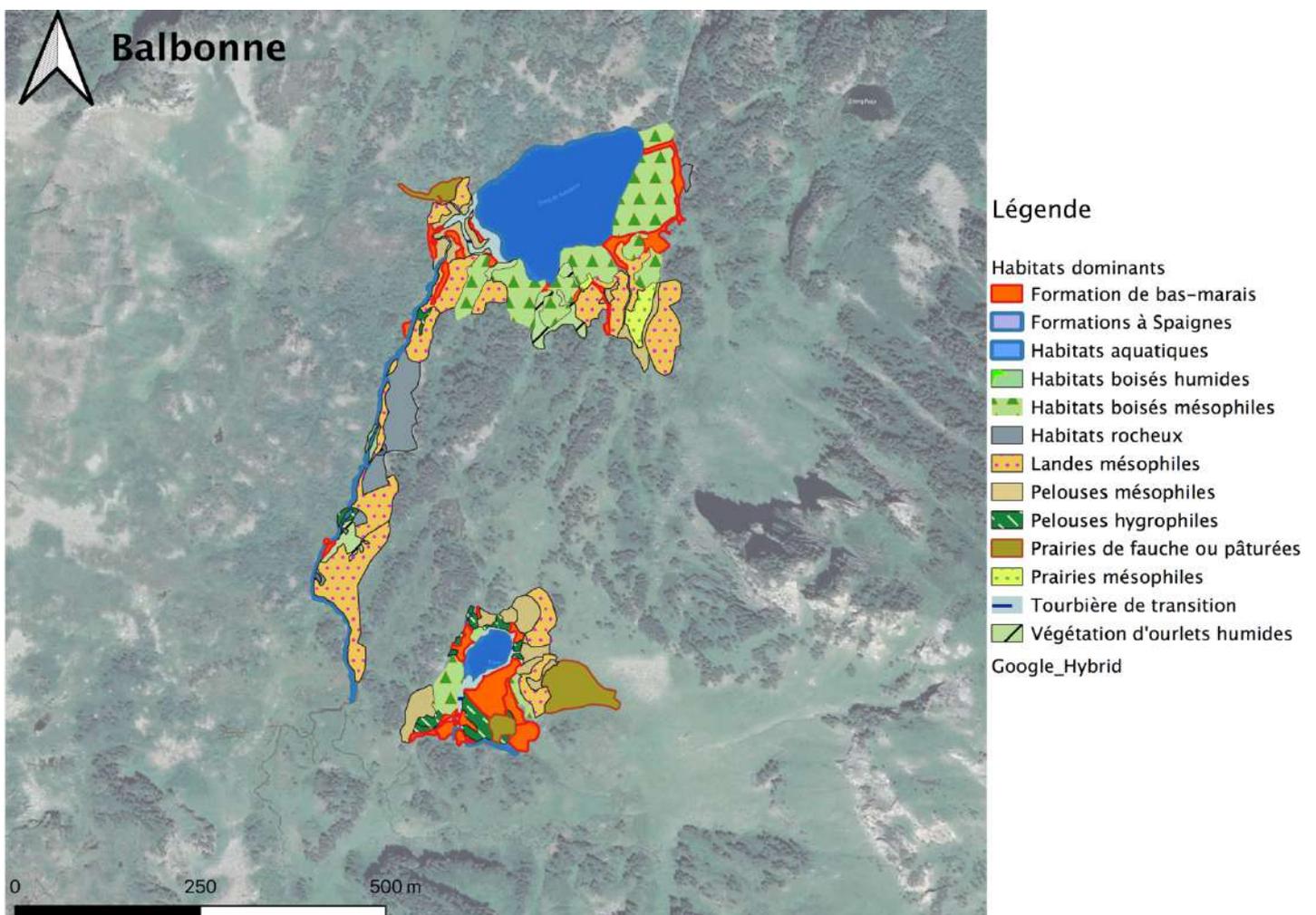
Merci à tous les participants d'avoir contribué à cette aventure et d'avoir partagé leurs regards sur ces belles Pyrénées et sur cet espace que nous partageons !

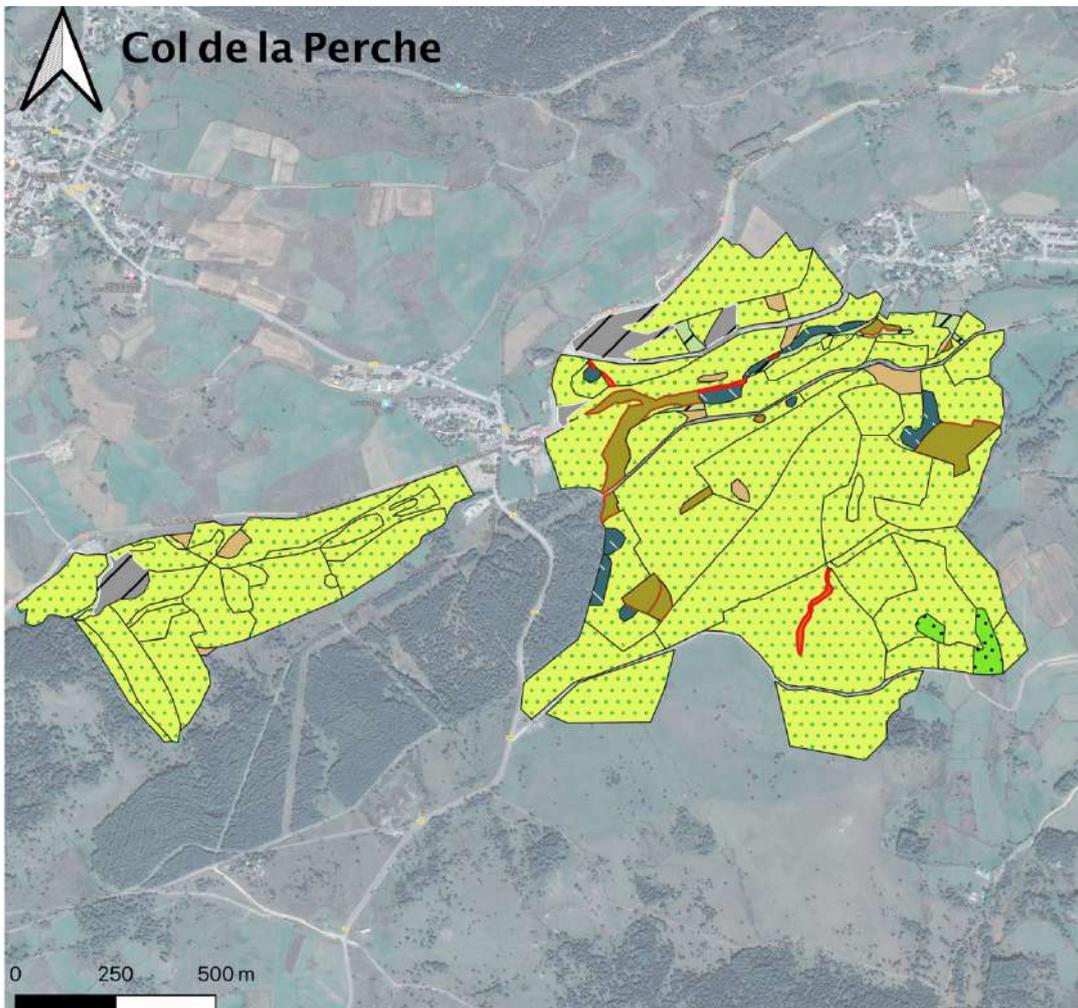
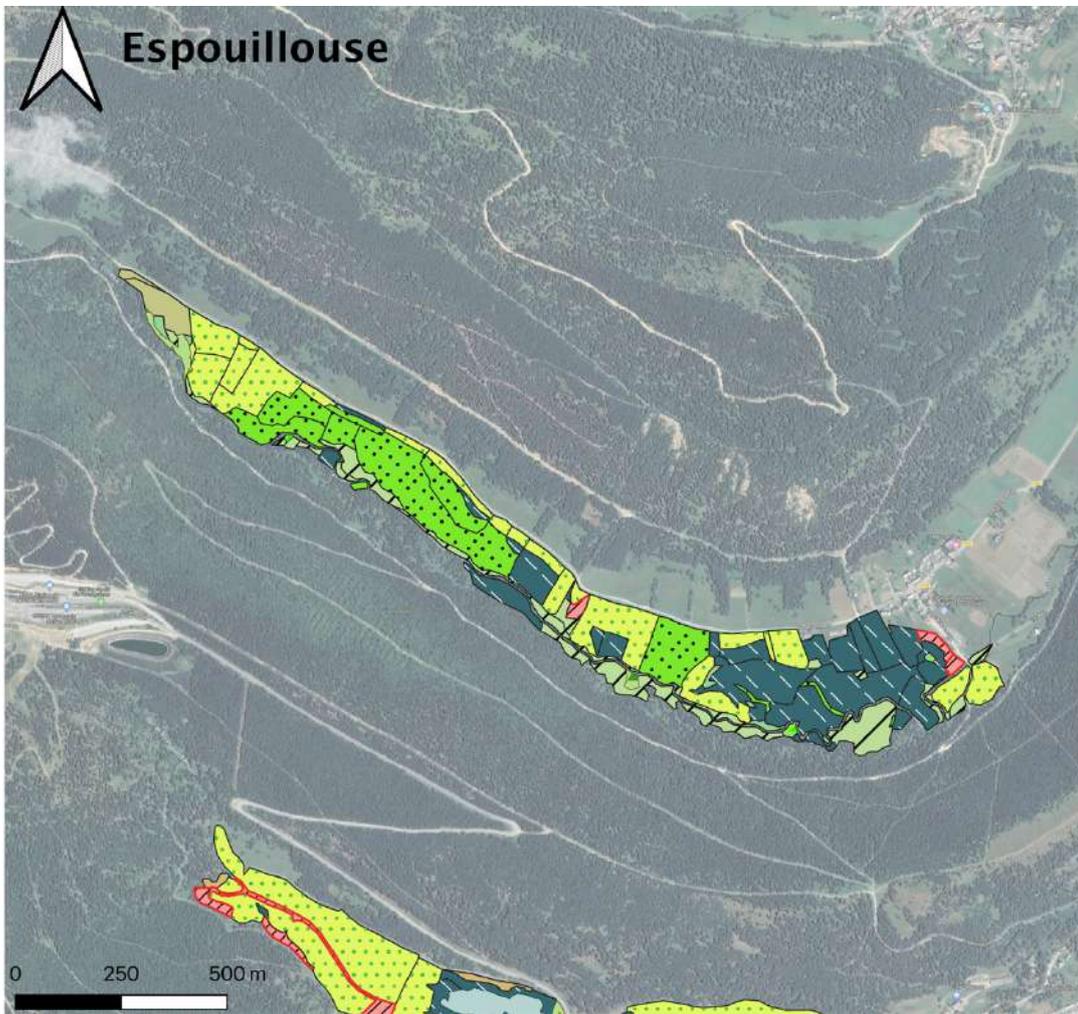
Miléna COLLARDÉ et Carole HERSCOVICI

Annexe n°8 : Rapport scientifique concernant l'étude génétique de populations du Cuivré de la bistorte *Lycaena helle*

Voir fichier joint.

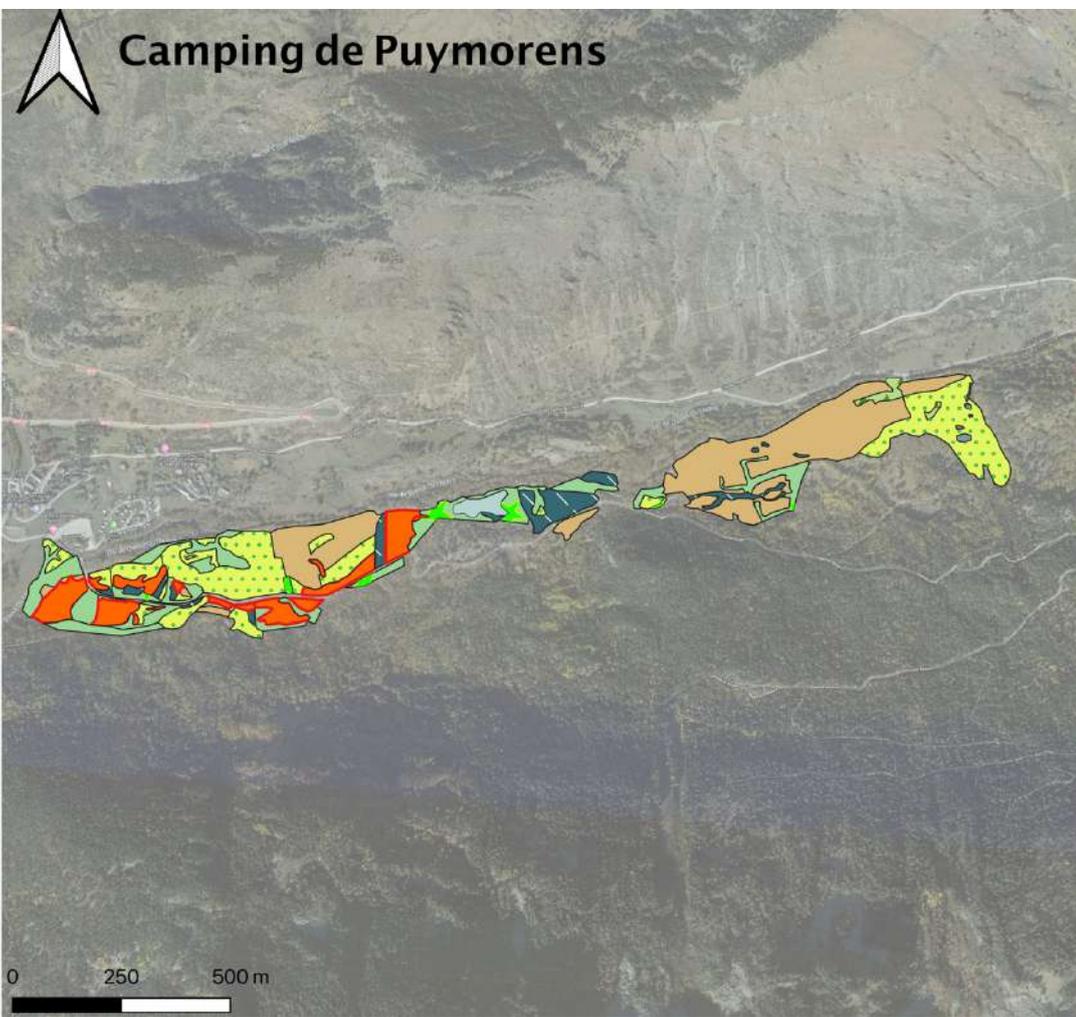
Annexe n°9 : Cartographies des habitats majoritaires des sites de reproduction du Cuivré de la bistorte







Camping de Puymorens



Légende

Habitats dominants

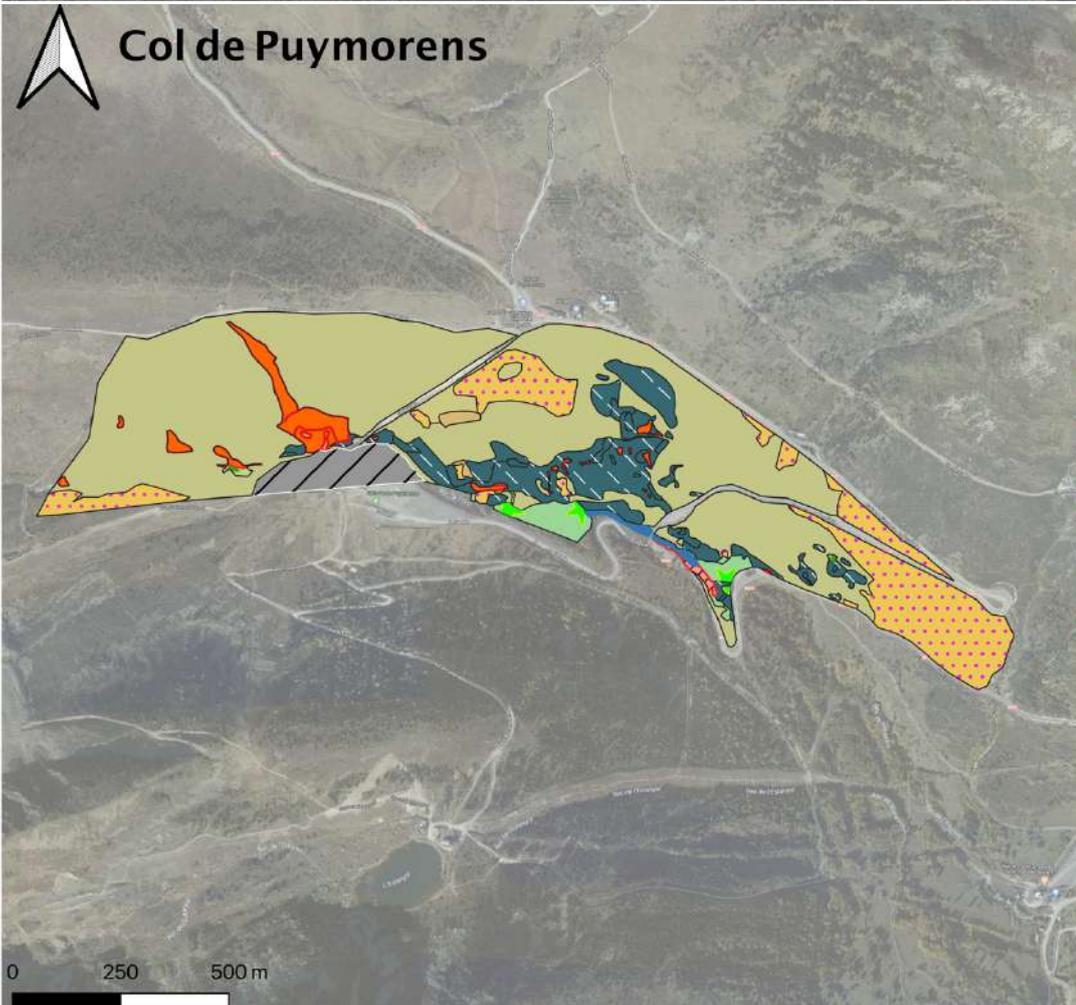
-  Faciès de prairies humides et paratourbeuses
-  Formation de bas-marais
-  Habitats boisés humides
-  Habitats boisés mésophiles
-  Habitats rocheux
-  Pelouses mésophiles
-  Prairies mésophiles
-  Tourbière de transition

Google_Hybrid

0 250 500 m



Col de Puymorens



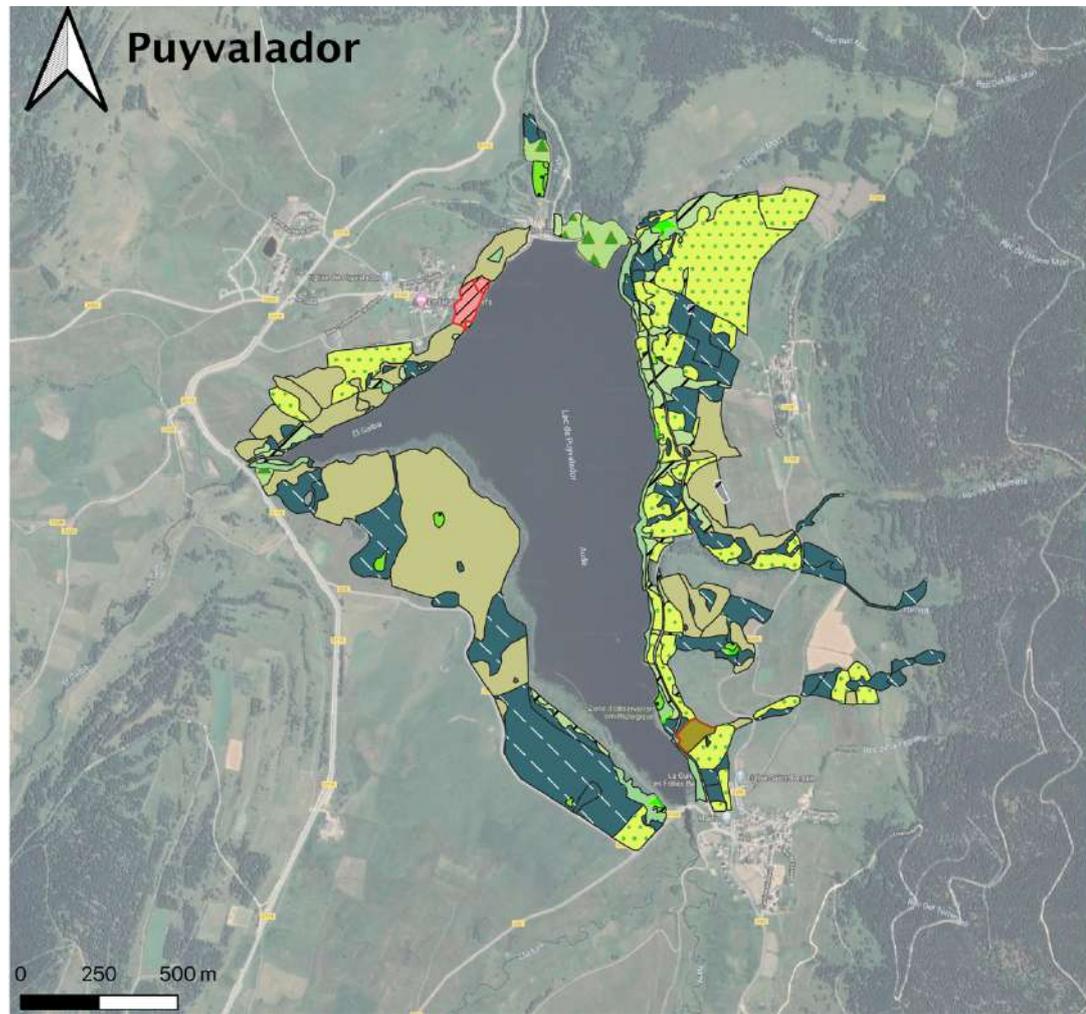
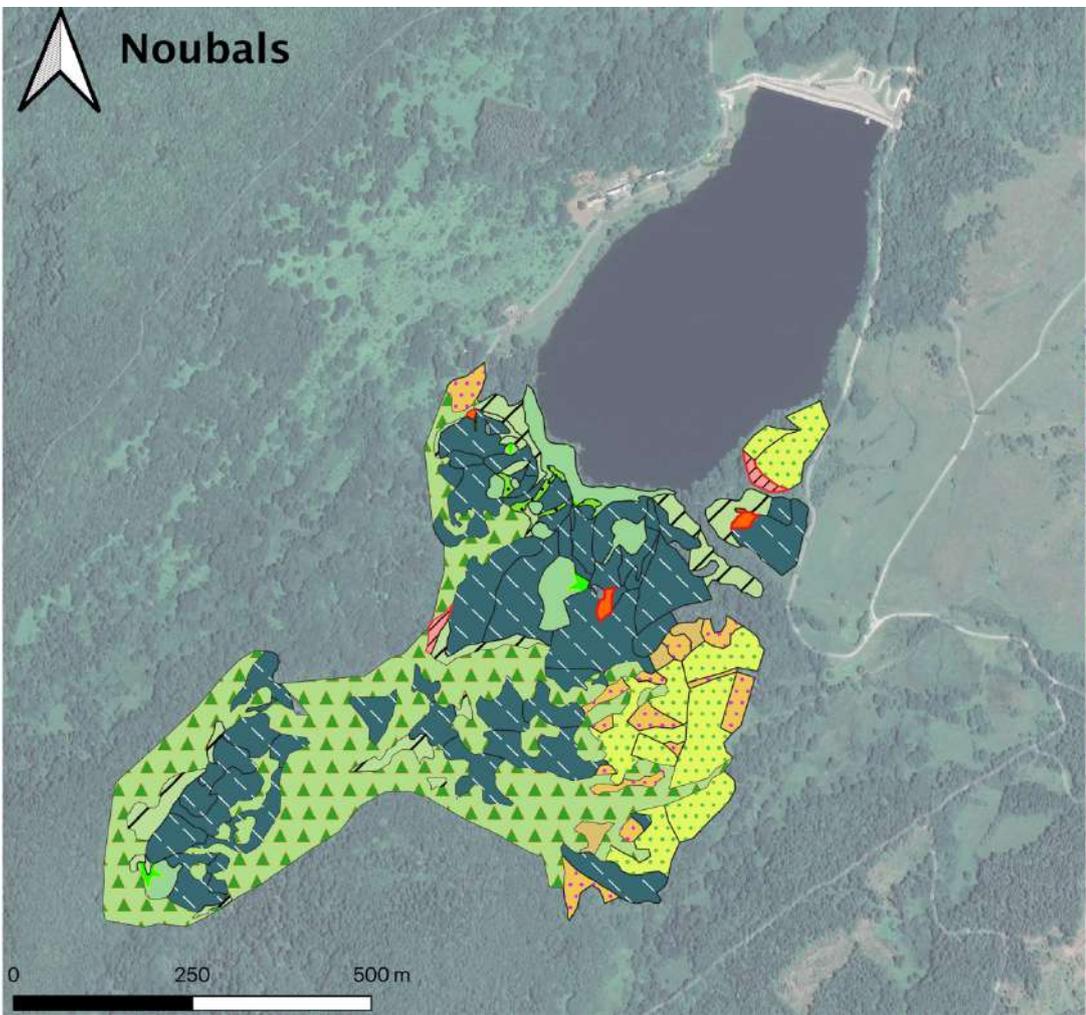
Légende

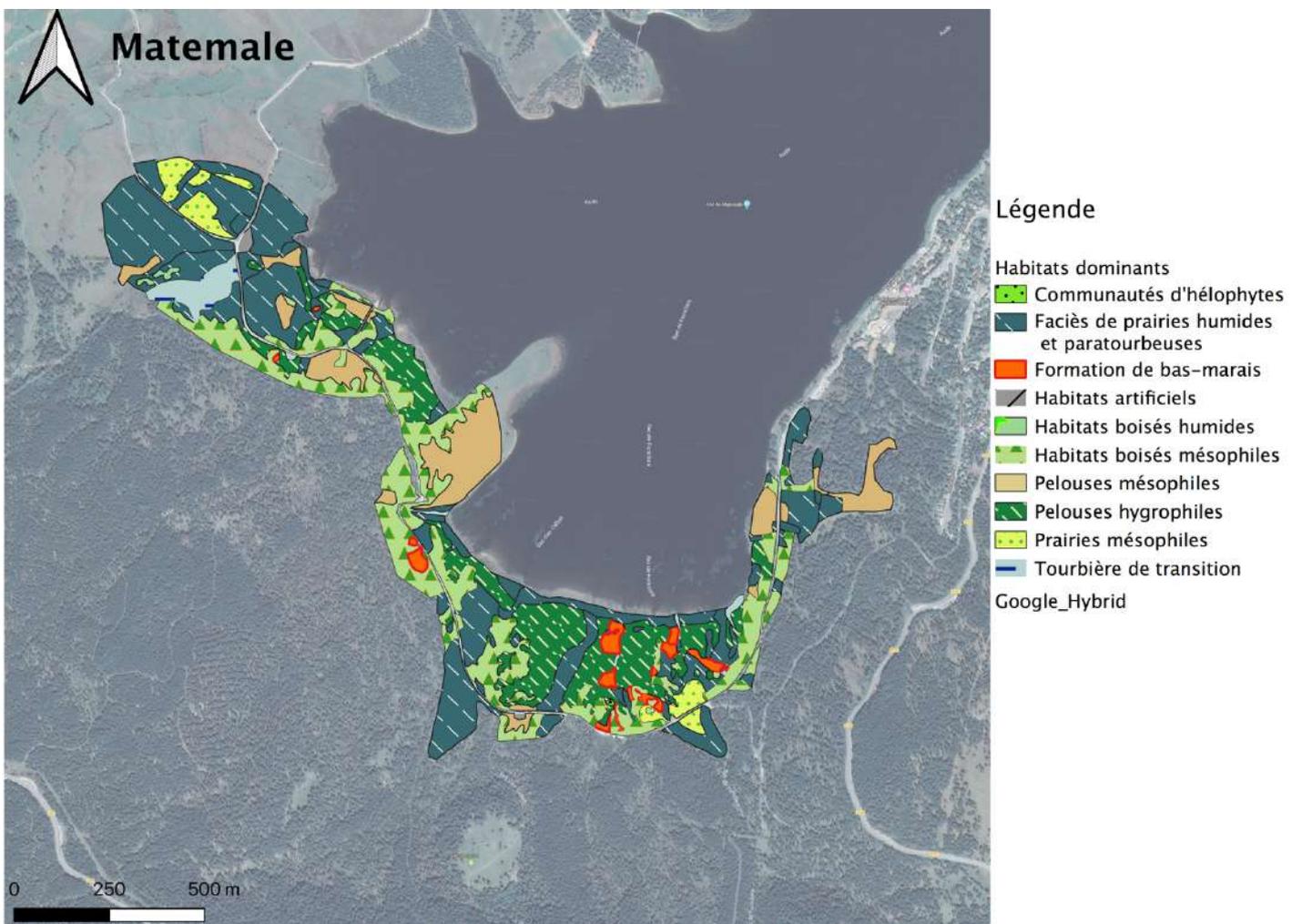
Habitats dominants

-  Faciès de prairies humides et paratourbeuses
-  Formation de bas-marais
-  Formations à Spaignes
-  Habitats aquatiques
-  Habitats artificiels
-  Habitats boisés humides
-  Habitats boisés mésophiles
-  Landes mésophiles
-  Pelouses mésophiles
-  Végétation d'ourlets mésophile

Google_Hybrid

0 250 500 m





Annexe n°10 : Fiches techniques (*fichiers joints*)