

**Amélioration des connaissances
de l'Agriion à lunules *Coenagrion lunulatum*
sur le territoire du Parc des Volcans d'Auvergne**



Mars 2015

Amélioration des connaissances de l'Agrion à lunules *Coenagrion lunulatum* sur le territoire du Parc des Volcans d'Auvergne

Maître d'ouvrage

Syndicat Mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne

Contributions

Données historiques : F. BRETON, F. BRONNEC, P. DESFONTAINES, J. FRAT, B. GILARD, G. JACQUEMIN, R. LEGRAND, T. LEROY

Inventaires terrain 2013 : Fanny BOURRIÉ, Gaël DELPON, Lionel PONT

Inventaires terrain 2014 : Marc-Antoine COLLEU, Marine KREDER, Lionel PONT

Rédaction : Marc-Antoine COLLEU, Marine KREDER, Lionel PONT

Cartographie : Marc-Antoine COLLEU, Marine KREDER

Crédits photographiques

Marc-Antoine COLLEU, Fanny BOURRIÉ, Lionel PONT, Christophe BROCHARD (larves) & Marine KREDER.

Couverture : Cœur copulateur de *Coenagrion lunulatum* sur le plan d'eau des Ribages, Besse (M-A. COLLEU).

Remerciements

Audrey CADOU, Thierry LEROY, Luc BELENGUIER, Aurélie SOISSONS, Nicolas LOLIVE, Christophe BROCHARD, Hélène MENARD, Olivier ROQUETANIERE, Fédération de pêche du Puy-de-Dôme, les propriétaires de terrains.

Financements

Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Adour-Garonne, Conseil régional d'Auvergne.

Référence à utiliser

KREDER M., COLLEU M-A., PONT L. 2015. *Amélioration des connaissances de l'Agrion à lunules Coenagrion lunulatum sur le territoire du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne*. PNRVA. 49 p + 16 p d'annexes.

SOMMAIRE

I.	<u>INTRODUCTION</u>	2
II.	<u>L'AGRION À LUNULES</u>	3
1.	Identification de l'espèce	3
2.	Répartition	4
3.	Statut patrimonial	5
4.	Connaissances actuelles sur l'écologie	5
III.	<u>MATÉRIEL & MÉTHODES</u>	8
1.	Données disponibles	8
2.	La zone d'étude : les massifs des Monts Dore et du Cézallier	9
3.	Inventaires des stations	10
4.	Caractérisation de l'habitat potentiel	12
5.	Analyses	17
IV.	<u>RÉSULTATS DES ÉTUDES 2014</u>	19
1.	Effort de prospection	19
2.	Période de vol de l'imago	19
3.	Inventaire des stations en 2014	20
4.	Caractérisation de l'habitat potentiel	24
5.	Cortège odonatologique associé	27
V.	<u>SYNTHÈSE & DISCUSSION</u>	29
1.	Commentaires généraux	29
2.	Répartition sur le territoire du Parc des Volcans	29
3.	Habitat de l'Agrion à lunules dans le Cézallier et les Monts Dore	35
4.	Cortège odonatologique associé	36
5.	Premiers éléments de réflexion sur la connectivité des populations	37
VI.	<u>BILAN DE L'ÉTUDE ET PERSPECTIVES</u>	40
1.	Principaux apports de connaissance	41
2.	Concertation et valorisation de l'étude	42
3.	Perspectives d'action	43
	LISTE DES FIGURES	48
	LISTE DES TABLEAUX	49
	ANNEXES	

I. INTRODUCTION

Des études récentes montrent qu'une espèce d'Odonate sur dix est menacée d'extinction dans le monde (Clausnitzer et al. 2009) et une sur sept en Europe (21 espèces menacées¹, Kalkman et al. 2010). La préservation des Odonates est d'autant plus délicate, qu'elle est dépendante des milieux aquatiques. Associée à ces milieux, à forts enjeux et menacés, la protection et la préservation des zones humides et des espèces inféodées sont devenues une priorité dans la conservation (Bobbink et al 2006). Des stratégies de préservation en faveur des Odonates se sont démocratisées, notamment à travers le Plan National d'Action (PNA) engagé depuis 2011 (Dupont 2010).

Le Syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (PNRVA) s'est engagé à développer une politique active en faveur de la conservation des espèces remarquables de son territoire. C'est dans ce contexte qu'a été lancé un programme d'étude 2013 - 2015 sur l'Agrion à lunules, *Coenagrion lunulatum*, une des 18 espèces prioritaires définies dans le PNA en faveur des Odonates. Ce projet a pour ambition d'améliorer de manière notable les connaissances de l'écologie de cette espèce patrimoniale et d'orienter des actions efficaces de conservation. En effet, le territoire du PNRVA accueille la quasi-totalité des populations françaises (Leroy 2006) et porte ainsi une responsabilité de niveau national dans la conservation de cette espèce.

Le programme s'articule en deux volets :

- inventaire des stations et caractérisation des habitats (2013-2014),
- étude fonctionnelle des populations et élaboration d'une stratégie de conservation (2015).

Ainsi, dans la continuité de la phase d'inventaire conduite en 2013, l'étude de 2014 a pour but d'établir un état des lieux précis de la répartition de *Coenagrion lunulatum* sur les massifs de Cézallier et des Monts Dore. Puis, dans une deuxième partie d'étude, une caractérisation des composants d'habitats favorables et préférentiels de l'espèce (structure, paramètres physico-chimiques, fonctionnement hydrologique) est réalisée.



Figure 1 : Mâle de *Coenagrion lunulatum* © Fanny Bourrié

¹ Espèce menacée = espèce avec un statut IUCN évalué comme critique - CR , en danger - EN et vulnérable –VU.

II. L'AGRION À LUNULES

1. Identification de l'espèce

Classe : Insecta

Ordre : Odonata

Famille : Coenagrionidae

Caractéristiques (Dijkstra & Lewington 2007; Grand & Boudot 2006) :

- longueur du corps : 30-33 mm,
- longueur de l'aile postérieure : 16-22 mm.

Chez le mâle (individu mature) :

Corps bleu et noir, reflet vert sur la tête et le thorax

- dessin en forme de 3 lunules séparées (2^{ème} segment)
- étendue noire sur plus de la moitié (3^{ème} segment)
- étendue noire sur 2/3 des segments (4 et 5^{ème} segment)
- cercoïdes, épais et non convergents, plus longs que les cerques



Figure 2 : Variation possible du dessin sur le 2^{ème} segment
(©Sternberg & Bushwald 1999)

Chez la femelle :

- net anneau bleu (8^{ème} segment)
- dessin en forme de triangle avec marges claires vers l'avant

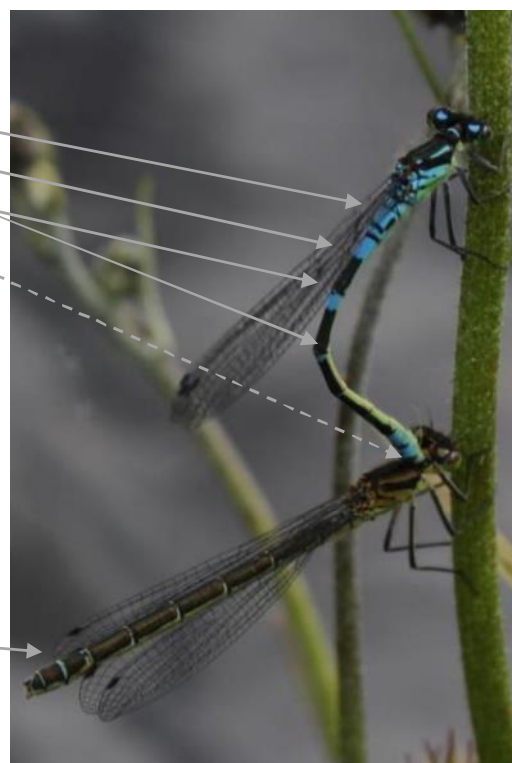


Figure 3 : Tandem de *Coenagrion lunulatum* © Fanny Bourrié

La larve :

- forme grêle et allongée, présence de longues lames caudales avec une extrémité sans filament
- palpas labiaux avec une encoche peu profonde et bord du mentum non fissuré (non visible)
- lames caudales mesurant plus du tiers de la longueur du corps (genre *Ischnura* et *Coenagrion* du groupe *puella*, *pulchellum*, *lunulatum* et *hastulatum*)



Figure 4 : Larve de *Coenagrion lunulatum* © Christophe Brochard

2. Répartition

2.1. A l'échelle internationale

Coenagrion lunulatum est une espèce de répartition eurosibérienne, qui reste rare en Europe occidentale. Les populations y sont fragmentées et seulement deux ensembles fonctionnels existent : dans le Nord de l'Irlande (Nelson 1999 ; Nelson & Thompson 2004) et dans le Massif central (Leroy 2006). Elle est considérée en danger critique d'extinction (CR) en Suisse où sa dernière observation date de 1989 (Gonseth & Monnerat 2002) ainsi qu'en Belgique (Goffart et al. 2006). En Allemagne et aux Pays Bas, *C. lunulatum* reste localisé et disséminé, avec des effectifs fluctuants (Askew 1988). La répartition actuelle de l'espèce est considérée comme relictuelle d'une aire de distribution moins fragmentée datant du début de l'holocène (Sternberg & Buchwald 1999 et références citées).

2.2. A l'échelle nationale et dans le Massif central

L'espèce a été décrite pour la première fois en France en 1964 dans le Massif central (Aguesse 1964). Avant les années 2000, quelques stations (n=22) avaient été décrites en Lozère, Cantal, Haute Loire et Puy de Dôme (Leroy 2006). *Coenagrion lunulatum* a été découvert en Aveyron en 2002 (Leroy 2003), puis plus récemment en Ardèche en 2009 (Ladet 2010) où aucune donnée n'avait été confirmée après 1980 en Rhône-Alpes (Deliry 1997).

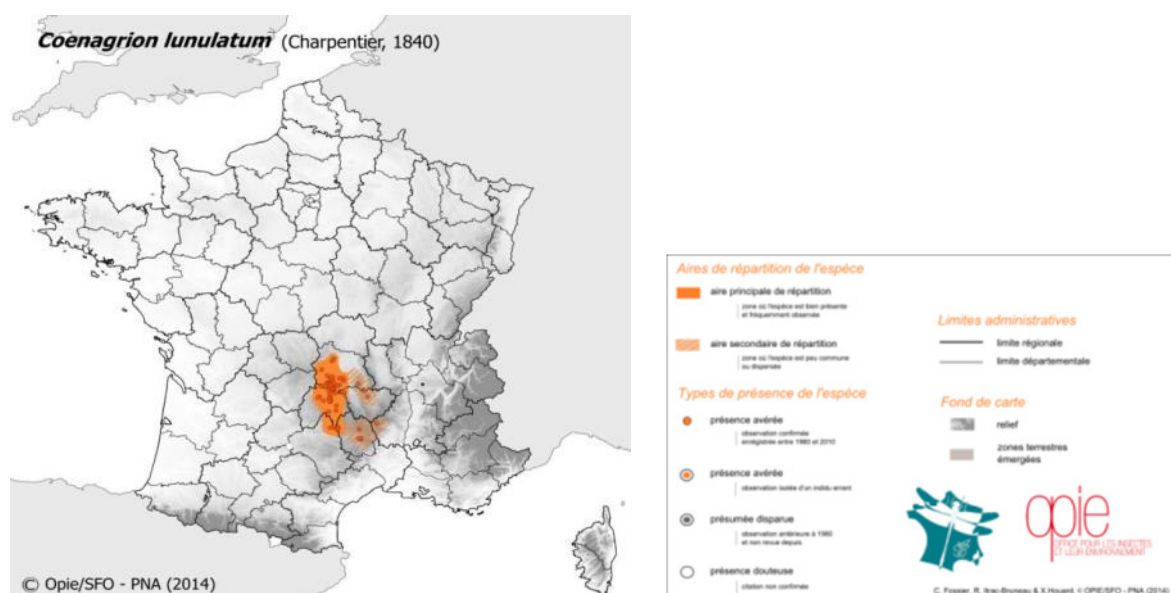


Figure 5 : Répartition de *C. lunulatum* en France (mise à jour 2014) ©OPIE/SPO

Le territoire du PNRVA accueille la grande majorité des populations françaises (Leroy 2006). Entre 2000 et 2005, une cinquantaine de stations ont été répertoriées, réparties majoritairement entre les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal, les plus fortes populations ayant été rencontrées sur les massifs volcaniques du Cézallier et des Monts Dore, en tête de bassins versants (Leroy 2006). Sur ces deux massifs, 21 stations ont été recensées lors des prospections réalisées en 2013 dont 9 stations n'étaient pas encore connues (Bourrié & Pont 2013).

Ainsi, fin 2013, 73 stations étaient décrites pour l'espèce en France.

3. Statut patrimonial

L'espèce ne bénéficie d'aucune protection réglementaire en France, mais possède un statut de patrimonialité fort en Auvergne.

Tableau 1 : Statut de protection et de menace de *Coenagrion lunulatum*

Protection réglementaire		Statut UICN			Statut en Auvergne	
Arrêté National ¹	Directive Habitat ²	Liste Rouge Europe ³	Liste Rouge France	Liste Rouge Auvergne ⁴	Espèce déterminante ZNIEFF ⁵	Espèce déterminante TVB ⁶
Article 2	NON	LC	En cours	VU	OUI	OUI

1) Arrêté du 23 avril 2007. Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire 2) Directive Européenne n°92-43 du 21 mai 1992 3) Kalkman et al. 2010 4-5). Gilard & Villepoux 2004 6) Houard et al. 2012.

4. Connaissances actuelles sur l'écologie

4.1. Cycle de vie et comportement

La ponte est endophyte et s'effectue en tandem (Nelson & Thompson 2004 ; Boudot & Grand 2006). Les femelles pondent dans les feuilles flottantes de la végétation aquatique comme les potamots (Nelson & Thompson 2004). Les œufs éclosent quelques semaines après la ponte, le développement larvaire serait d'une année et l'espèce n'aurait qu'une génération par an avec une diapause hivernale au dernier stade larvaire (Sternberg & Buchwald 1999 et références citées : Nelson & Thompson 2004 ; Grand & Boudot 2006).

L'émergence des adultes se déroule de mi-mai à mi-juin en Allemagne et en Belgique (Sternberg & Buchwald 1999 ; Goffard et al. 2006), en Irlande une différence importante a été notée entre les sites et l'espèce s'observe de mai jusqu'à août (Nelson & Thompson 2004). En Finlande, l'espèce s'observe fin mai à mi-juillet (Karjalainen 2002). D'après Sternberg & Buchwald (1999) le pic d'émergence des imagos semble s'effectuer en fin de matinée et l'émergence peut être synchronisée.

En France, dans le Massif central, Leroy (2006) note que la période de vol est de mi-mai à début juillet. La période de vol de *C. lunulatum* est brève, et compte parmi les plus courtes des Coenagrionidae (Sternberg & Buchwald 1999). De plus, *C. lunulatum* est considéré comme une espèce thermophile (Sternberg & Buchwald 1999 ; Wildermuth et al. 2005).

Lors des déplacements individuels, les mâles ne semblent pas être territoriaux et se perchent régulièrement sur les feuilles des végétations aquatiques. Les femelles adultes s'observent sur le milieu aquatique essentiellement pour la reproduction. Elles se retrouvent, souvent, en retrait des berges dans des formations végétales hautes, dans des zones de tranquillité et de protection face aux demandes incessantes des mâles (Nelson 1999 ; Nelson & Thompson 2004).

4.2. Habitat de l'espèce

Il existe peu de connaissances sur l'habitat larvaire de *C. lunulatum*, mais il semblerait que les larves vivent dans les zones à faible profondeur d'eau, bien ensoleillées et qu'elles possèdent une résistance à l'assèchement estival (Sternberg & Buchwald 1999). Le micro-habitat optimal est une roselière basse avec des hélophytes de taille moyenne à basse (Dupont 2010). Sternberg & Buchwald (1999) décrivent les zones d'émergence avec des bordures ensoleillées, abritées du vent et possédant une végétation dense. Des exuvies sont régulièrement retrouvées juste à quelques centimètres de la surface de l'eau et parfois éloignées des berges (Sternberg & Buchwald 1999 ; Nelson & Thompson 2004).

L'habitat adulte de *C. lunulatum* est mieux décrit dans la littérature. Il colonise les eaux stagnantes permanentes, de faible profondeur, pauvres en éléments minéraux, plutôt acides sur fond sableux, argileux ou tourbeux avec une



pente riveraine douce et une végétation aquatique dense (Dupont 2010) comme des lacs et des étangs tourbeux ou non, des tourbières à sphaignes, des marais et des bas-marais (Sternberg & Buchwald 1999 ; Karjalainen 2002 ; Nelson & Thompson 2004 ; Wildermuth et al. 2005 ; Grand & Boudot 2006 ; Goffart et al. 2006 ; Dupont 2010). Il a aussi été décrit comme se développant parfois dans les petits cours d'eau qui relient des eaux stagnantes entre elles (Dommanget 1987).

Figure 6 : Exemple d'habitat de l'espèce en Irlande ©Brian Nelson

Les exigences des Odonates face à leur habitat dépendent fortement des espèces (Watson et al. 1982) et de la zone géographique (Kharitonov 1991 in Borisov 2006). La profondeur et la surface en eau peuvent également être variables, puisque *C. lunulatum* a aussi bien été trouvé sur des sites de quelques mètres carrés que des lacs de plusieurs hectares, dont la profondeur varie d'un minimum d'un mètre à plus de 15 m pour les stations extrêmes (Leroy 2006). Certaines stations sont faibles en minéraux comme en Belgique (Goffart et al. 2006) mais en Irlande ou en Allemagne, il est présent sur des sites mésotrophes à eutrophes (Sternberg & Buchwald 1999 ; Nelson & Thompson 2004). Le pH du milieu peut être de très acide (2,7 en Allemagne) à neutre (Sternberg & Buchwald 1999 ; and references therein ; Nelson & Thompson 2004 ; Goffart et al. 2006).

En France, l'espèce est considérée comme montagnarde et se retrouve majoritairement entre 1000 m et 1350 m d'altitude, avec un extrême à 545 m (Leroy 2006), alors qu'en Allemagne les stations se situent entre 200 et 1200 m d'altitude, mais la majorité des sites sont compris entre 200 et 500 m d'altitude (Sternberg & Buchwald 1999) comme en Belgique (Goffart et al. 2006). En Irlande on ne retrouve l'espèce qu'à moins de 150 m d'altitude (Nelson & Thompson 2004).

Les auteurs s'accordent sur l'importance de la végétation, notamment de la présence de *Potamogeton sp.*, de la présence d'ensoleillement, d'une surface d'eau libre et que les variations dans les niveaux d'eaux ne semblent pas être un facteur défavorable.

Toutefois, aucune étude fine de l'habitat de *Coenagrion lunulatum* n'a jusqu'à présent été menée sur le Massif central et donc, par extension, en France.

4.3. Compétition interspécifique avec *Coenagrion hastulatum*

Plusieurs auteurs parlent de la relation qui semble lier *C. lunulatum* et *C. hastulatum* (Charpentier 1825), ces deux espèces, proches phylogénétiquement, sont proches dans leur phénologie, leur biologie, leur écologie et leur répartition. Pour Sternberg & Buchwald (1999), *C. lunulatum* n'arrive pas à concurrencer *C. hastulatum* sur les sites où les deux espèces sont présentes, ce qui se traduit par des faibles effectifs de *C. lunulatum* et une population beaucoup plus importante du second (Goffart 1989 et références citées).

En Belgique dans les années 1980, Goffart (1989) observe l'inverse avec un remplacement de *C. hastulatum* par *C. lunulatum* sur quelques sites et avance l'hypothèse d'une exclusion compétitive entre les deux espèces. A l'époque *C. hastulatum* était considéré en forte régression, alors qu'une expansion de la répartition pour *C. lunulatum* était décrite (Goffart 1989), tendance qui s'est avérée erronée et ne traduisait qu'un effort de prospection accru dans certaines zones (Goffart et al. 2006).

Les études récentes dans le Massif central montrent que sur 94% (Leroy 2006) puis 71 % (Bourrié & Pont 2013) des sites où a été observé *C. lunulatum*, *C. hastulatum* était présent aussi mais sans informations de densité. L'hypothèse de cette compétition interspécifique reste à éclaircir.



Figure 7 : Mâles de *C. lunulatum* et *C. hastulatum* (au centre)
© Fanny Bourrié

4.4. Menaces

Les menaces principales qui pèsent sur *C. lunulatum* sont la destruction de son milieu naturel notamment l'eutrophisation des milieux aquatiques (Nelson 1999) et le changement climatique, facteur mis en avant en Suisse, en Allemagne et en Belgique pour expliquer son déclin rapide au 20ème siècle (Sternberg & Buchwald 1999 ; Wildermuth et al. 2005 ; Goffart et al. 2006) en plus de menaces comme le déboisement, l'intensification urbaine (aménagement et changement de l'utilisation de l'espace autour des zones humides) (Nelson 1999 ; Soissons et al. 2012). En Auvergne, si l'état de conservation des populations semble « assez bon », l'espèce reste rare, localisée et en faibles effectifs (Leroy 2006).

III. MATÉRIEL & MÉTHODES

Dans le cadre du projet 2014, deux études distinctes ont été réalisées, chacune ayant sa propre méthodologie. Ainsi un protocole a été mis en place pour l'inventaire des stations, un second pour la caractérisation précise de l'habitat de l'espèce dans le massif du Cézallier et des Monts Dore.

Dans ce rapport, une station ou un site est considéré comme une unité écologique dont les conditions physiques (sol, climat local, ...) et environnementales (interactions biologiques, végétation, ...) peuvent être considérées comme homogènes, par exemple un étang ou une mare.

1. Données disponibles

1.1. Données historiques

Leroy (2006) a inventorié dans la bibliographie les stations décrites avec une localisation précise avant 2000. Les travaux cités sont, entre autres, ceux de Aguesse (1964), Brugière (1986) ; Dommanget (1987) et Francez (1991). Ce sont ces informations que nous considérons comme données historiques. Nous disposons de trop peu de données anciennes pour utiliser la limite de 1980 communément utilisée.

Ainsi nous considérons 22 stations connues historiquement pour abriter *C. lunulatum* dans le Massif central, dont 11 stations sur le territoire du PNR des Volcans d'Auvergne.

1.2. Données contemporaines

A l'inverse, nous considérons comme informations contemporaines les données récoltés après 2000. Il s'agit des inventaires réalisés sur *C. lunulatum* entre 2000 et 2005 par Thierry Leroy et en 2013 par Fanny Bourrié, Gaël Delpon et Lionel Pont et de quelques données issues de prospections opportunistes par des naturalistes.

Nous disposons de données contemporaines sur 63 stations en France dont 55 sur le territoire du Parc des Volcans et 43 sur la zone d'étude (massifs des Monts Dore et du Cézallier). Ce total représente uniquement les données dont nous avons connaissance, il n'est sans doute pas exhaustif.

Les analyses et discussions développées dans la suite de ce rapport porteront sur les données contemporaines complétées des résultats de l'inventaire 2014.



Figure 8 : Prospection sur la tourbière de Gayme, Picherande
© Fanny Bourrié

2. La zone d'étude : les massifs des Monts Dore et du Cézallier

Les régions naturelles du Cézallier et des Monts Dore sont situées au centre du Massif central en Auvergne, à cheval sur les départements de Puy-de-Dôme et du Cantal (précisions sur la figure 2). Ces secteurs sont en déclin démographique et l'activité majoritaire sont l'agriculture et le tourisme (INSEE).

La région des Monts Dore correspond à un massif montagneux d'origine volcanique datant de la fin de l'ère tertiaire. L'altitude varie entre 800 m environ et 1885 m, avec le sommet du Puy de Sancy, point culminant du Massif central. La région est parsemée de lacs d'origine volcanique qui en font son originalité. Le relief contrasté et sa position à l'interface des influences océanique et continentale engendrent des variabilités climatiques fortes, en moyenne 1600 mm/an de précipitations, avec des extrêmes à plus de 2000 mm/an. La température moyenne annuelle pour le massif est de 10°C (Météo Massif central).

Le massif du Cézallier se situe entre 1 200 et 1 500 m d'altitude en moyenne. Il forme un ensemble de plateaux et petites montagnes volcaniques dont le relief est globalement peu prononcé. Dominé par un climat montagnard sous influence atlantique, il est soumis à des précipitations importantes, environ 1300 mm/an et à des températures basses moyenne annuelle de 8°C (Météo Massif central). La végétation du Cézallier, non sans rappeler une steppe, consiste en des prairies montagnardes avec de nombreuses tourbières qui comportent de grandes étendues de pâturage.

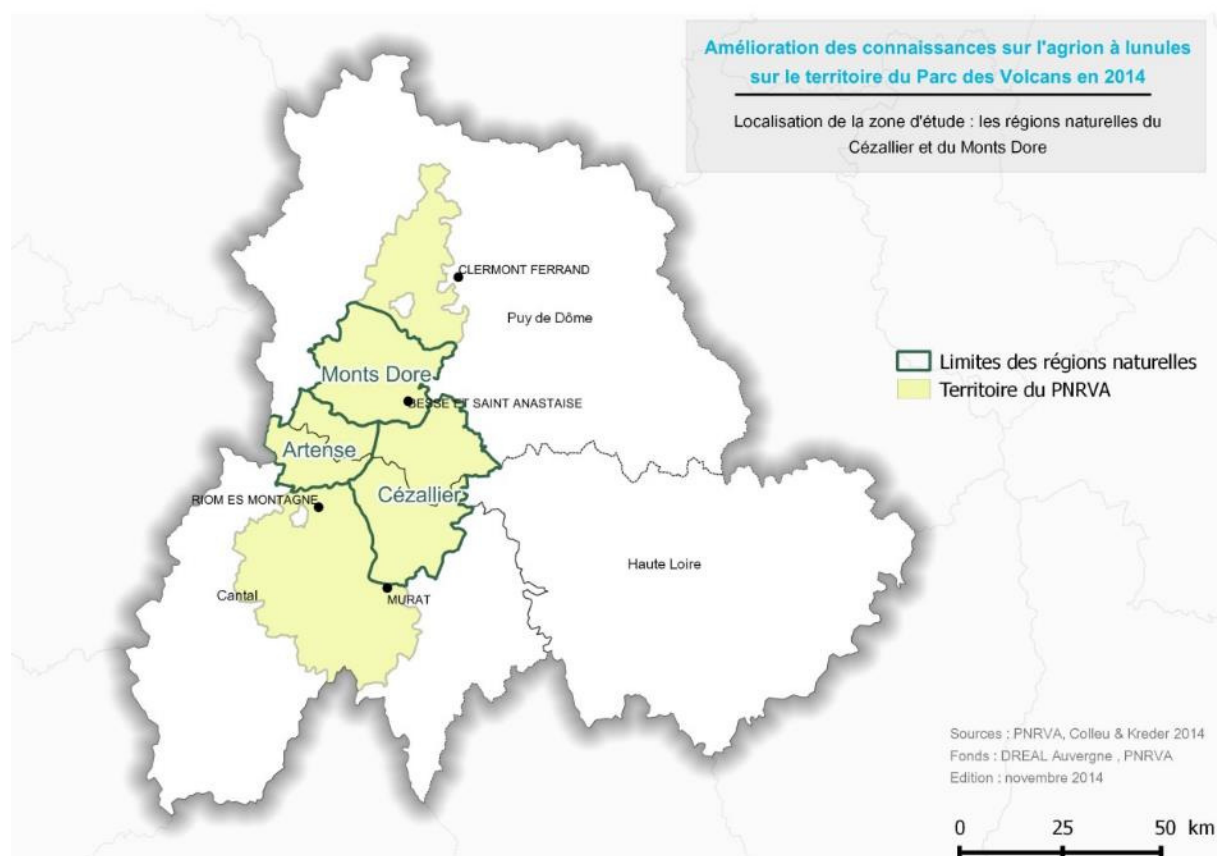


Figure 9 : Localisation de la zone d'étude en Auvergne

3. Inventaires des stations

3.1. Echantillonnage

L'inventaire 2014 s'est concentré sur des **données de présence qualitatives** de *Coenagrion lunulatum*. Les connaissances antérieures à 2014 ont démontré une répartition morcelée. Il a donc été décidé d'orienter en priorité les prospections sur des sites potentiellement favorables, proches et entre les stations connues.

Les sites ont été considérés comme **potentiellement favorables** lorsqu'ils présentaient une surface en eau libre et qu'ils étaient exclus d'une zone forestière ou d'un tissu urbain dense. Ils ont été prédéfinis par photo-interprétation et le croisement de plusieurs couches d'informations (surface en eau de la BD TOPO© / BD ORTHO© 2013_30 cm, pour le u Puy de Dôme et Cantal - SCAN 25©) à l'aide du logiciel de cartographie QGIS Chugiak 2.4.

Un **maillage** de 3x3 km a été mis en place sur le territoire du PNRVA afin de faciliter la localisation des sites potentiellement favorables ainsi que l'organisation et la répartition des prospections. Ainsi le périmètre d'inventaire 2014 a été quadrillé en 80 carrés, englobant un ensemble de 141 sites présélectionnés (figure page suivante).

La période de vol de l'espèce étant courte, une **zone de prospection prioritaire** a été définie ainsi qu'un secteur de prospection secondaire, préparé si les recherches sur la zone prioritaire étaient achevées et que l'espèce volait toujours. Les zones secondaires situées à l'Ouest et au Nord des massifs correspondent à des zones plus éloignées de la zone principale d'étude, mais comportant des données récentes (> 2000) de présence de l'espèce.

Les stations sélectionnées pour le protocole de caractérisation de l'habitat ont également été prises en compte dans l'inventaire. Mais dans la mesure où trois passages ont été réalisés sur ces 30 stations, seules les informations récoltées lors du premier passage ont été comptabilisées dans les résultats de l'inventaire.

3.2. Protocole d'inventaire

Sur chaque site, l'observateur a suivi une **méthodologie standardisée** qui se base sur les méthodes actuelles de suivi des libellules, en particulier du STELI (Bouwan et al. 2009 ; Gourmand et al. 2012). La période de vol étant répartie entre mi-mai et mi-juillet en Auvergne (Leroy 2006), il était nécessaire de ne pas manquer les premières émergences. Une veille a donc été effectuée à partir de mi-mai, lors des périodes de conditions climatiques favorables prolongées, sur des stations à forts effectifs décrites au cours des études précédentes.

Les prospections ont été réalisées par un ou deux observateurs afin d'optimiser le nombre de sites prospectés par jour et les temps de déplacement. Une fiche de terrain a été renseignée pour chaque site, elle est présentée en annexe 1. Si possible les informations de densité ont été notées (1 à 10 ; 11 à 50 ; 51 à 100 ; 101 à 200 ; >200), le sexe, le stade de maturité, les comportements ainsi que les autres espèces observées.

Pour faciliter la centralisation et l'analyse des données à l'échelle régionale, la fiche de terrain a été élaborée en **partenariat** avec les autres structures auvergnates (CEN Auvergne, CEN Allier, CPIE Haute Loire, PNR Livradois-Forez) travaillant dans le cadre du plan régional d'action en faveur des Odonates en 2014.

**STRATEGIE DE PROSPECTION POUR L'INVENTAIRE 2014
SUR LES MONTS DORE ET LE CEZALLIER**

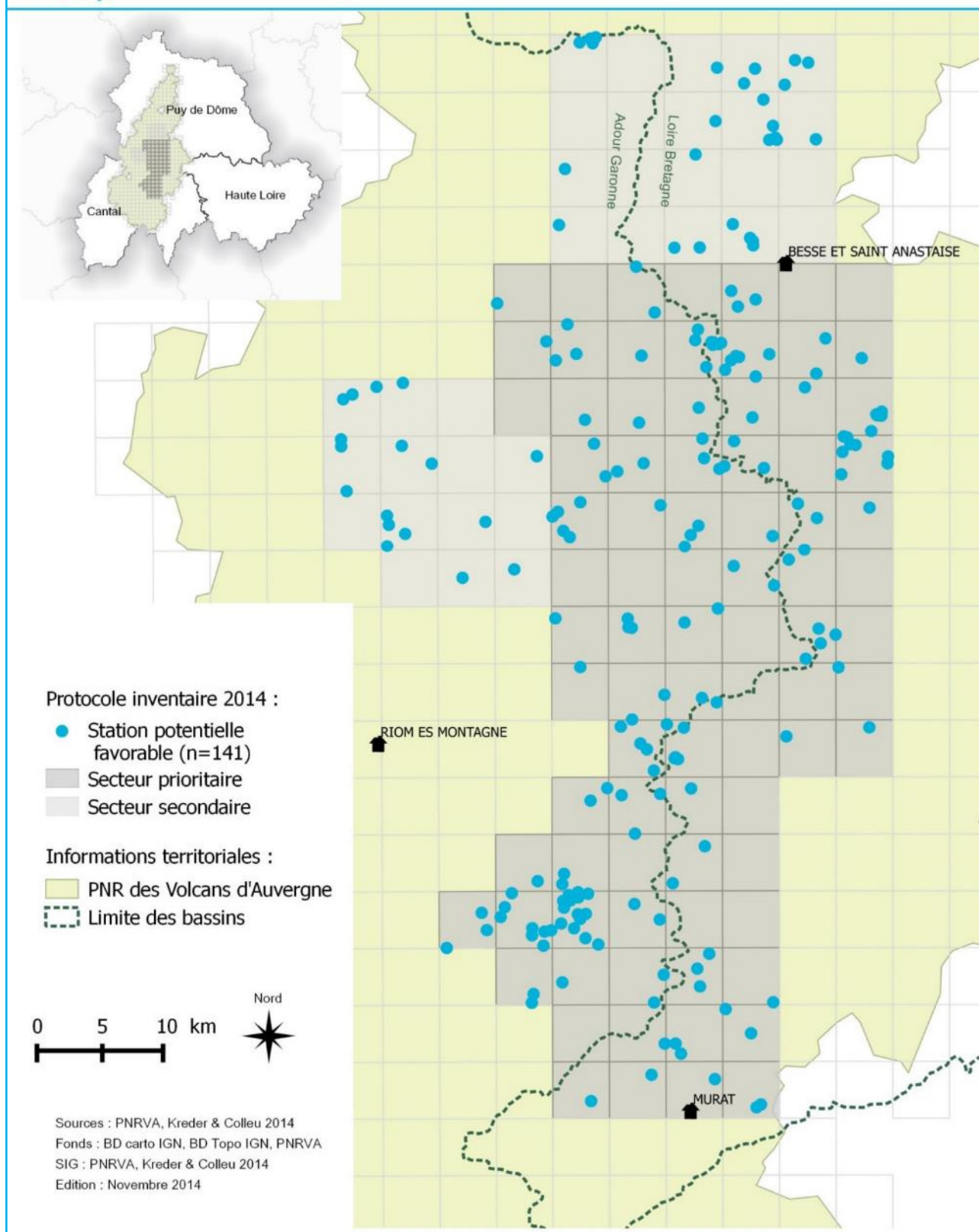


Figure 10 : Stratégie de prospection pour l'inventaire 2014 sur les massifs des Monts Dore et du Cézallier

4. Caractérisation de l'habitat potentiel

Pour les Odonates, un habitat regroupe les conditions nécessaires à tous les stades de son cycle de vie et comprend alors, par extension, les « habitats de transition » comme les milieux utilisés lors de la maturation des adultes, de la migration saisonnière, les zones de perchoirs ou encore celles servant de cachettes (Corbet 1999). Il est primordial de s'intéresser aux exigences et aux conditions écologiques chez les deux stades de vie d'une libellule (aquatique et terrestre) pour assurer une protection efficace des espèces. En effet, un changement biotique ou abiotique pendant un stade interfère directement sur l'autre stade (Stoks & Córdoba-Aquilar 2012).

Pour caractériser l'habitat d'un Odonate, il est nécessaire de s'assurer du succès de reproduction de l'espèce sur cet habitat, c'est-à-dire que la croissance larvaire de l'espèce se concrétise jusqu'au stade imaginal. En effet, du fait de la capacité de déplacement importante des adultes, la présence d'un individu adulte sur un site ne prouve pas nécessairement qu'il y assure son cycle complet, notamment son développement larvaire (SFO 2014).

4.1. Echantillonnage

Les connaissances actuelles sur l'habitat de *Coenagrion lunulatum* se restreignent à des descriptions simples des sites où l'espèce est présente (tourbière, mares d'estives, ...) sans précisions ni homogénéité sur les habitats et leurs caractéristiques entre les sites.

D'après la bibliographie et les résultats de Leroy en 2006, il a donc été décidé d'axer ce premier travail de caractérisation de l'habitat potentiel sur des stations présentant une surface en eau libre, de type mare et étang. Le choix des stations s'est fait sur la base des sites sélectionnés pour l'inventaire. Les lacs de grande superficie (> 3 ha) ont été retirés de l'échantillonnage (nombreux milieux potentiels, trop grande zone à échantillonner, fonctionnement hydrologique propre aux grands lacs), ainsi que les sites privés où l'accès nous a été refusé.



Figure 11 : Tourbière de Champagnac, Chastel sur Murat
© Marine Kreder

Au final, 30 stations ont été sélectionnées pour caractériser les habitats potentiels de *C. lunulatum* sur les massifs des Monts Dore et du Cézallier dans un territoire restreint de 25 x 40 km de la zone d'étude (figure page suivante).

STATIONS SELECTIONNEES DANS LE PROTOCOLE DE
CARACTERISATION DE L'HABITAT EN 2014

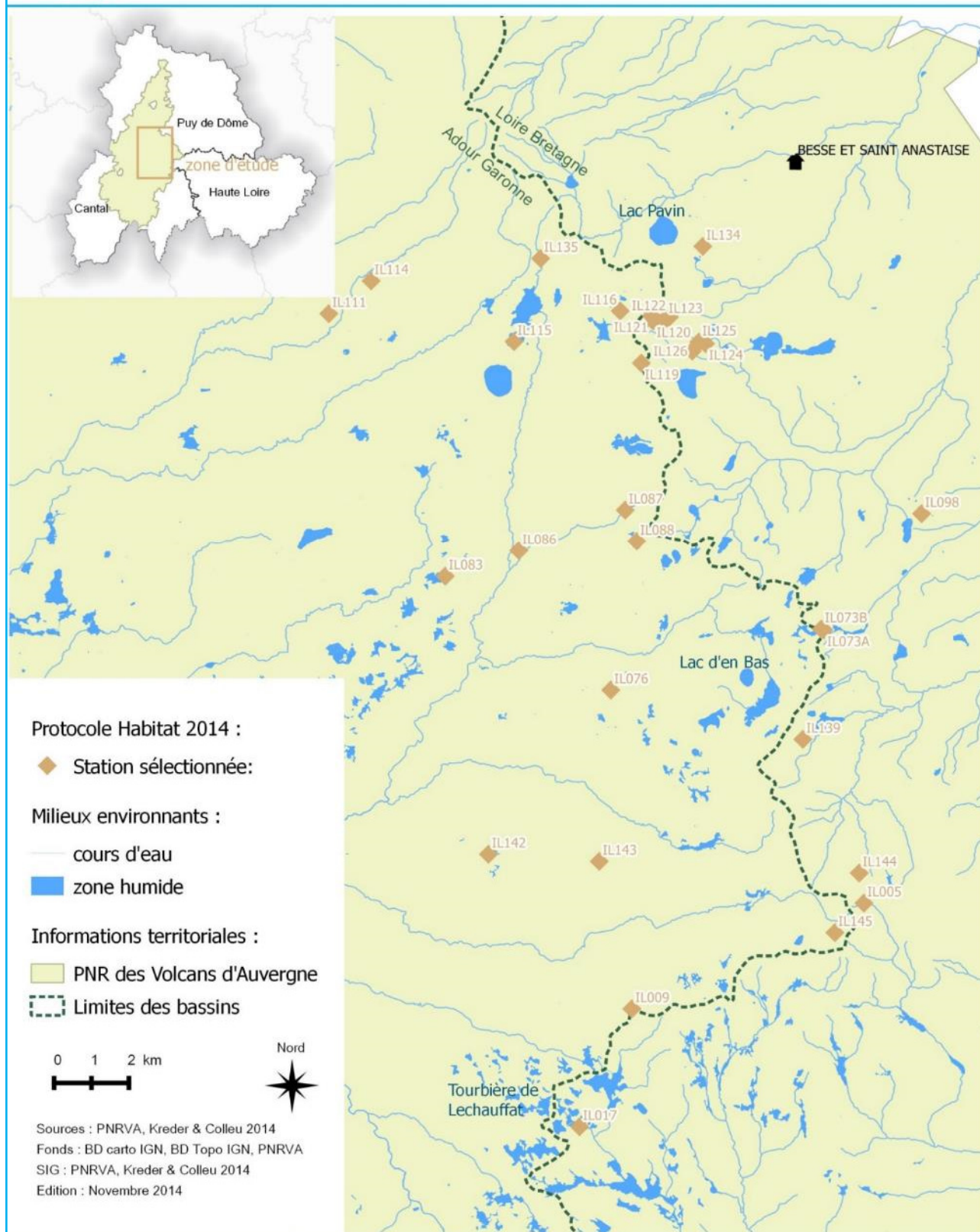


Figure 12 : Stations échantillonnées pour la partie caractérisation de l'habitat en 2014

4.2. Protocole de caractérisation de l'habitat

Critères retenus

Wildermuth (1993) et Corbet (1999) mettent en avant l'importance des indices visuels pour les Odonates dans leurs choix de milieu de reproduction. En pratique, ces indices peuvent se traduire par :

➤➤➤ l'hétérogénéité de l'habitat déterminé par :

- la qualité et la quantité des communautés aquatiques et semi-aquatiques, caractérisées par leur structure (considérée comme plus importante que la richesse et la composition spécifique) à l'aide d'une estimation souvent visuelle des grands types de végétation présente : hélrophytes, hydrophytes, végétation flottante (Gibbons et al. 2002 ; Rouquette & Thompson 2005 ; Allen et al. 2010 et références citées),
- la structure des berges,
- l'ensoleillement pris en compte par la présence ou non de strate arborée sur les berges (Allen et al. 2010),
- le fonctionnement hydrographique du site (Schindler et al. 2003) traduit sur le terrain par la variation du niveau d'eau, liée au rattachement au réseau hydrique proche (Rouquette & Thompson 2005).

➤➤➤ à cela s'ajoute des **paramètres inter-stationnels**, comme le nombre de site potentiels proches, ou encore la distance d'une autre station (Gibbons et al. 2002) et des informations sur l'usage et les milieux environnants d'une station (Allen et al. 2010).

Le choix des paramètres utilisés pour cette étude ont été adaptés au contexte local, aux moyens et aux objectifs de l'étude. Ils sont présentés dans le tableau 2.

Mode opératoire

Trois passages ont été effectués sur les stations échantillonnées afin de suivre la phénologie de l'espèce. Ces trois sessions permettent de récolter des informations plus précises, d'augmenter la probabilité d'observer l'espèce et donc diminuer une erreur de type 1, espèce considérée comme absente mais en réalité présente (Reed 1996 in Gibbons et al. 2002). Sur un site donné, le même observateur réalise tous les relevés, ce qui permet de limiter les biais lors de la caractérisation des habitats.

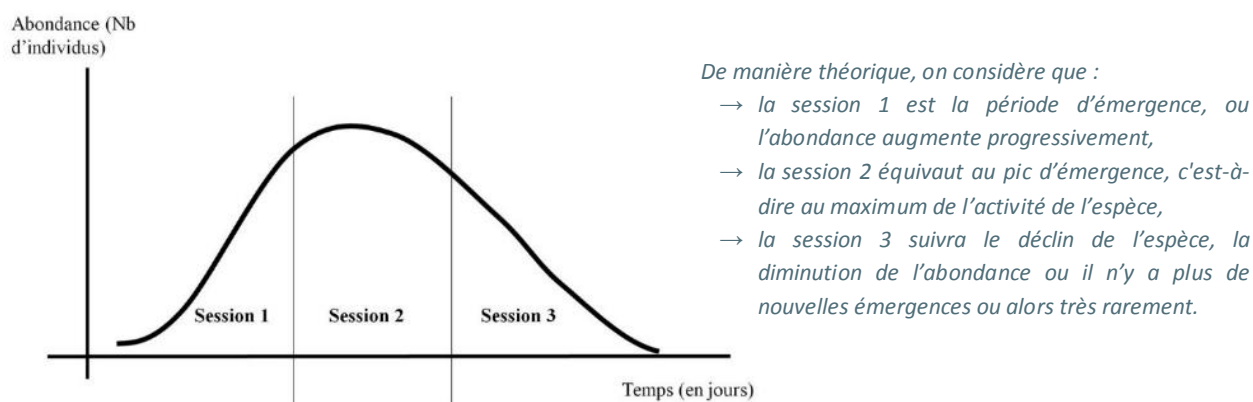


Figure 13 : Courbe théorique d'une espèce monovoltine

En pratique, la description des milieux a été réalisée en deux étapes :

- sur le **terrain** avec la réalisation d'un schéma de la végétation et des paramètres physiques (berge, substrat) aidé d'une image aérienne de la station de la BD ortho© 2013,
- puis une **retranscription cartographique** (via QGIS 2.2) permettant de calculer les surfaces, traduites ensuite en % (par exemple recouvrement des grands types de végétation : hydrophytes, hélophytes, ...).

C'est l'ensemble de ces paramètres stationnels analysé avec des analyses multivariées ou de régression linéaire, qui permettent de déterminer quels sont les paramètres discriminants à la présence d'une espèce sur un habitat (Gibbons et al. 2002 ; Schindler & Chovanec 2003 ; Rouquette & Thompson 2007).

Informations récoltées sur *Coenagrion lunulatum*

Des informations précises sur l'espèce ont été relevées lors **des trois passages**. La berge est longée, à allure constante, au maximum pendant 30 min et l'effectif exact observé de *C. lunulatum* est comptabilisé sur chaque station. Une recherche accrue des comportements reproducteurs (tandems, cœur copulatoire, ponte) a été réalisé, permettant de déterminer l'autochtonie d'une espèce sur un site (Chovanec & Waringer 2001), bien que celle-ci ne puisse être réellement confirmée que par la présence de larve ou d'exuvie (Raebel et al. 2010).

L'observation de comportements reproducteurs peut être une alternative pertinente notamment quand l'identification des exuvies jusqu'à l'espèce n'est pas fiable, comme c'est le cas pour *Coenagrion lunulatum*. En effet, cette dernière, forme un groupe d'espèces avec *C. puella*, *C. pulchellum* et *C. hastulatum* dont les exuvies sont quasiment indifférenciables les unes des autres (Grand & Boudot.2006 ; Doucet 2011 ; Brochard com. perso 2015). Lors de ces trois passages toutes les autres espèces d'odonates observées ont été notées. Ensuite les exuvies ont été cherchées et récoltées pendant 20 minutes, mais seules les exuvies d'anisoptères ont été identifiées jusqu'à l'espèce.



Figure 14 : Emergence de Coenagrionidae (taille approximative 10 mm) © Marine Kreder

Tableau 2 : Liste des variables sélectionnées pour caractériser l'habitat de *C. lunulatum* en 2014

Variables	Description
Physico-chimiques	
pH	Mesuré avec une sonde multiparamètre Hach – HQ40Dmulti
conductivité	En $\mu\text{S}/\text{cm}$, mesurée avec une sonde multiparamètre Hach – HQ40Dmulti
O ₂ dissous	En mg/L, mesuré avec une sonde multiparamètre Hach – HQ40Dmulti
phosphate	En mg/L, Analyse chimique en laboratoire
ammonium	En mg/L, Analyse chimique en laboratoire
nitrate	En mg/L, Analyse chimique en laboratoire
Substrat	Principal – 1. Gravier / 2. Argilo-lumineux / 3. Blocs / 4. Débris organique
Pente de la berge (%)	Berge quasi-plane (<25°) / Douce (25-45°) / Semi-abrupte (46-75°). Calculé via $\text{pente} = \arctan(\text{profondeur} / \text{distance à la berge})$
Variation du niveau d'eau	0 : peu de variation / 1 : faible / 2 : importante / 3 : assèchement estivale
Réseau hydrique	0 : Non relié RH / 1 : relié RH
Surface	calculé via le logiciel Qgis 2.2, en m ²
Environnementales	
Milieu environnant	% de milieu urbain, aquatique, forestier et ouvert dans zone tampon de 200 / 500m autour de la station
Perturbation humaine	0 : Relativement intact / 1 : Partiellement perturbé, gestion, proche d'une route / 2 : Forte, en milieu urbain
Pâturage	0 : Mis en défens ou aucun / 1 : Faible / 2 : Modéré / 3 : Fort
Odonates	Richesse spécifique
Interaction biotique	Présence de poissons, amphibiens / Nombre d'exuvies de zygoptères, d'anisoptères
Végétation	
Eau libre	% d'occupation sur la station
Hydrophytes	% d'occupation sur la station
Végétation flottante	% d'occupation sur la station
Hélophytes	% d'occupation sur la station
Type hydrophyte	Nom du genre/ espèce dominante
Occupation hélophytes	% d'occupation de chaque hélophytes sur la station (Carex / Prêle / joncs/ Eleocharis / Phragmite / Autre)
Hauteur & recouvrement hélophytes	H1 : 1-20 cm / H2 : 21-40 cm / H3 : 41-60cm / H4 : > 61 cm & selon les catégories de Braun blanquet (recouvrement de 1 à 5)
Interstationnelles	
Nombre stations proches	Dans une zone tampon de 200 m, 500 m, 1km et 2km. calculé via le logiciel Qgis 2.2

5. Analyses

5.1. Analyse cartographique

Les cartes ont été réalisées à l'aide du logiciel cartographique Qgis 2.4. Une analyse et une synthèse cartographique des stations connues ont été réalisées, ainsi qu'une comparaison des effectifs entre les périodes d'inventaire.

5.2. Analyse statistique

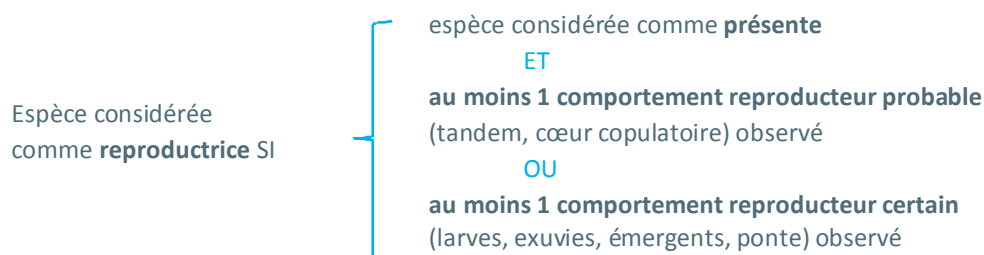
Les données ont été analysées à l'aide du logiciel de traitement statistique R (2.14).

Caractérisation de l'habitat potentiel

Les paramètres récoltés permettent de poser la problématique de deux façons différentes, représentant deux variables à expliquer, différentes statistiquement mais à relier biologiquement :

- quels sont les paramètres qui expliquent la **reproduction avérée** de *C. lunulatum* ?
- quels sont les paramètres qui expliquent l'**abondance** de *C. lunulatum* ?

La **règle de décision appliquée** sur la variable explicative de reproduction est la suivante :



L'analyse statistique préconisée pour répondre à ce type de question est le modèle linéaire généralisé (GLM), toutefois plusieurs étapes et analyses ont été nécessaires au préalable. La démarche utilisée est précisée dans le tableau ci-dessous, suivant les préconisations de Zuur et al. 2010 ; Kerbirou 2011.

Par la suite nous entendrons par **modèle REPRO** le modèle statistique utilisant la reproduction avérée ou non sur chaque station, et par **modèle NB** l'analyse représentant le nombre d'individu total comptés sur les trois passages sur chaque station.

Tableau 3 : Démarche de l'analyse statistique effectuée pour caractériser l'habitat de *C. lunulatum*

Etapas de construction des modèles statistiques	
	Mise en place du jeu de données - Vérification des points aberrants – Régressions simples entre variables
1 <i>Choix des variables à inclure au modèle</i>	Nombreux paramètres récoltés sur le terrain, nécessité de réduire le nombre de variables en analysant la structuration des données permettant de définir les paramètres déterminants de cette structure : une analyse mixte de Hill & Smith (analyse multivariée permettant de prendre en compte les variables qualitatives ET quantitatives)
2 <i>Structurer les variables entre elles</i>	Vérification des relations (interactions, corrélations, emboîtement) qui existent entre chaque variable explicative à inclure dans les modèles Transformation des variables : log pour les variables métriques et arcsine pour les pourcentages
3 <i>Choix de la loi</i>	Vérification de la distribution des variables à expliquer
4 <i>Procédure de sélection des variables</i>	Construction de modèle réaliste puis suppression des variables non significatives en vérifiant : a. adéquation avec la loi annoncée b. suppression de la variable la moins significative ou la plus complexe c. réitérer jusqu'à l'obtention d'un modèle avec uniquement des variables significatives
5 <i>Vérification des conditions d'applications</i>	Choix du modèle final : a. Comparaison de la valeur de déviance résiduelle et d'AIC entre les modèles b. vérification des résidus

Cortège odonatologique associé

Sur les 30 stations sélectionnées pour l'étude précise de l'habitat, les autres espèces d'odonates contactées ont aussi été notées et quantifiées. Il est alors possible de déterminer le cortège odonatologique associé à *C. lunulatum* sur la période étudiée.

Un tableau « espèce observée X site prospecté » a été réalisé et analysé à travers une classification hiérarchique ascendante ou CAH, c'est-à-dire que les relevés des espèces sont regroupés dans un dendrogramme en fonction de leur analogie.

La classification hiérarchique commence par agréger les espèces qui sont les plus semblables entre elles, puis les espèces ou groupes d'espèces un peu moins semblables et ainsi de suite jusqu'au regroupement de l'ensemble de l'échantillon. Elle est dite ascendante car la classification commence par les cas particuliers (les espèces les plus semblables) pour remonter au général.

Le choix de classification s'est porté sur le nombre total d'individus comptés pour chaque espèce associé à un indice de distance : l'indice quantitatif asymétrique de Canberra, pour sa sensibilité aux espèces rares (Leprieur & Méricot 2013). La sélection du critère d'agrégation à utiliser s'est basée sur la valeur de la « norme 2 » la plus faible (Méricot et al. 2010).

IV. RÉSULTATS DES ÉTUDES 2014

Dans la suite de ce rapport, une station est considérée comme négative lorsque l'espèce n'a pas été contactée pendant les prospections de terrain, ceci ne traduisant pas son absence avérée.

1. Effort de prospection

Les prospections se sont déroulées du 16 mai au 20 juillet 2014, pour un total de 33 jours de terrain, équivalent à 290 h de prospection. A noter qu'il s'agit du total de l'effort de prospection, réalisé par deux observateurs. Il tient compte du temps passé sur la partie inventaire ainsi que sur la partie caractérisation des habitats.

La campagne de terrain 2014 s'est organisée de la façon suivante :

- **Veille du 16 mai au 5 juin** : surveillance de l'émergence
- **Session 1 du 5 au 20 juin**: inventaire + 1^{er} passage habitat
- **Session 2 du 21 juin au 10 juillet** : inventaire + 2^{ème} passage habitat + analyse physico-chimique
- **Session 3 du 11 juillet au 20 juillet**: 3^{ème} passage habitat

2. Période de vol de l'imago

La première observation de l'espèce en 2014 a été faite le 5 juin, donnant le départ de la première session de terrain. Les derniers contacts, quant à eux, datent du 18 Juillet 2014. La période de vol observée en 2014 a donc été d'une durée approximative de 44 jours.

La courbe de la phénologie de vol est présentée sur la figure ci-contre. Le pic d'observation se situe la seconde semaine de juin, suivi d'une baisse importante des effectifs comptabilisés, particulièrement la première décade de juillet.

Pour rappel, Leroy (2006) observait l'espèce du 11 mai au 5 juillet, avec comme premier jour d'observation moyen le 29 mai $\pm$ 9,8 jours et le dernier jour le 27 juin $\pm$ 8,5 jours.

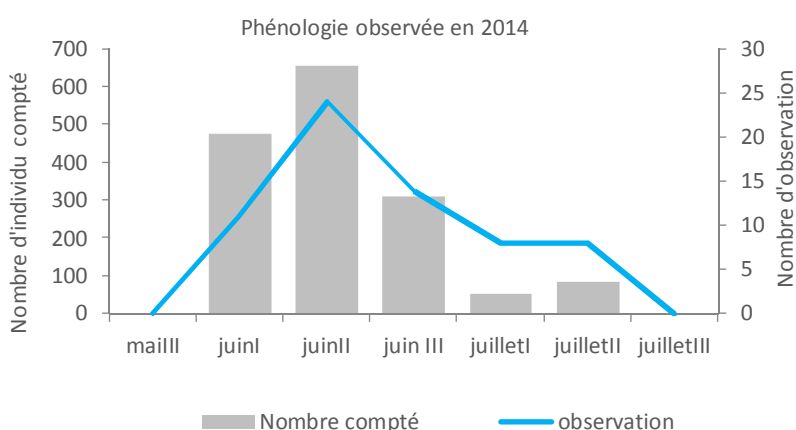


Figure 15 : Phénologie de vol de *C. lunulatum* observée en 2014

3. Inventaire des stations en 2014

3.1. Récapitulatif des stations recensées

Au total, 109 sites ont été visités au cours de l'inventaire 2014. Parmi eux, 27 n'ont pas pu être prospectés : soit ils étaient inaccessibles, soit il s'agissait de milieux prairiaux, sans eau libre et ne correspondaient donc pas aux critères de sélection de sites potentiellement favorables (cf. § III. 3.1).

Les résultats de toutes les stations prospectées par commune sont récapitulés ci-dessous. La liste complète des sites et leur localisation est détaillée en annexe 2.

Tableau 4 : Nombre de stations de *C. lunulatum* par commune en 2014

Communes	Nombre de stations positives	Nombre de stations négatives	Communes	Nombre de stations positives	Nombre de stations négatives
ALLANCHE	1	4	LANDEYRAT	0	1
ANZAT LE LUGUET	3	2	LAVEISSIERE	0	1
BESSE ET SAINT ANASTAISE	7	6	MARCENAT	0	5
CHALINARGUES	0	2	MAZOIRES	0	2
CHASTEL SUR MURAT	0	3	MONTGRELEIX	1	2
CHAVAGNAC	2	2	PICHERANDE	4	2
COMPAINS	6	10	SAINT ALYRE ES MONTAGNE	1	2
CONDAT	1	2	SAINT BONNET DE CONDAT	0	4
DIENNE	1	2	SEGUR LES VILLAS	1	4
EGLISENEUVES D ENTRAIGUES	0	10	VERNOLS	1	1
ESPINCHAL	3	0	VIRARGUES	0	1
LA GODIVELLE	4	1			

Dans la suite du rapport, les résultats présentés se basent sur les 82 stations réellement prospectées. La présence de *C. lunulatum* a pu être attestée sur 37 stations soit 46% des sites sur lesquels ont été réalisées des observations (37 sur 82 stations) et sur 18 stations des comportements reproducteurs ont été observés. 11 nouvelles stations ont été découvertes en 2014.

Les résultats de l'inventaire sont présentés dans la figure ci-après. Par manque de temps, aucun site des secteurs secondaires n'a pu être prospecté en 2014, ainsi que la totalité du plateau du Limon (Sud-Ouest de la zone d'étude). Dans la suite du rapport, le périmètre d'étude comprend donc uniquement la zone qui a réellement été prospectée en 2014 et qui correspond sur la carte au « secteur prioritaire ».

RESULTATS DES PROSPECTIONS DE L'INVENTAIRE 2014
 SUR LES MONTS DORE ET LE CEZALLIER

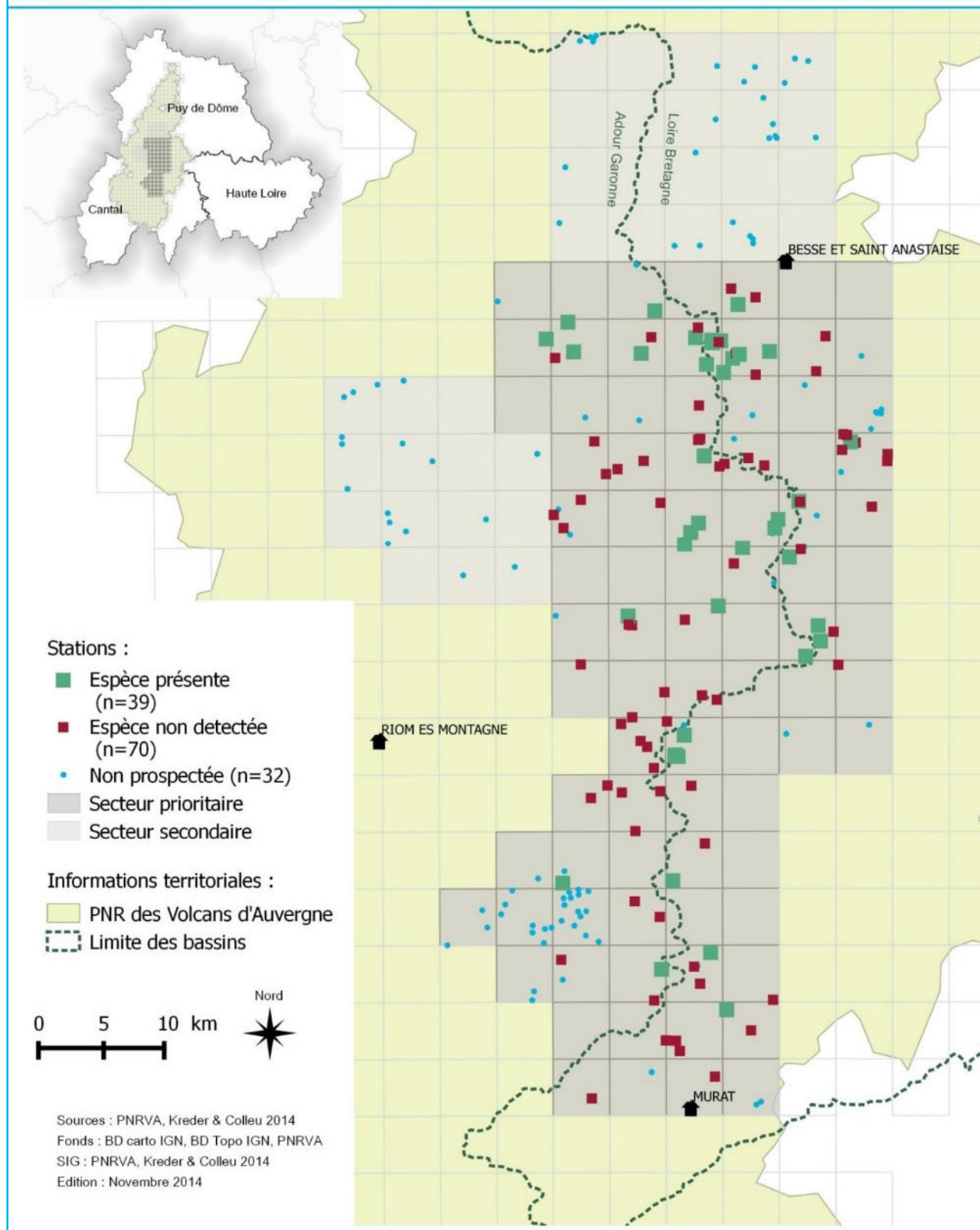


Figure 16 : Résultats de l'inventaire *C. lunulatum* dans les massifs du Cézallier et des Monts Dore en 2014

3.2. Description des stations prospectées pour l'inventaire

Cette partie présente les résultats obtenus grâce à la description des 81 stations prospectées lors de l'inventaire. Les analyses sont moins précises que celles issues de la caractérisation de l'habitat potentiel (IV§4 p24) et uniquement descriptives, toutefois elles apportent des informations complémentaires à une échelle plus grande et comprennent tous les milieux potentiellement favorables présents dans la zone d'étude.

Milieu dominant

Sur 95 % des stations inventoriées, le milieu dominant est un **plan d'eau** : 30 % des sites prospectés en 2014 sont des lacs (25 stations ; $> 450 \text{ m}^2$) ; 48 % des étangs (39 stations : $50 \text{ m}^2 < x < 450 \text{ m}^2$) et 18 % des mares (22 stations ; $< 50 \text{ m}^2$) dans des proportions équivalentes entre stations positives (présence avérée de *C. lunulatum*) et stations négatives (l'espèce n'a pas été observée en 2014).

Habitats secondaires

La grande majorité des stations à *C. lunulatum* présentent dans leur environnement proche un **second habitat humide** (tourbières, marais paratourbeux, prairie humide, ...), alors que ce n'est pas le cas pour les stations où *C. lunulatum* est absent. Les analyses statistiques montrent que cette différence est significative. L'application d'un test du Chi² avec correction de Yates (effectif observé d'une des catégories > 5) permet de rejeter l'hypothèse d'indépendance.

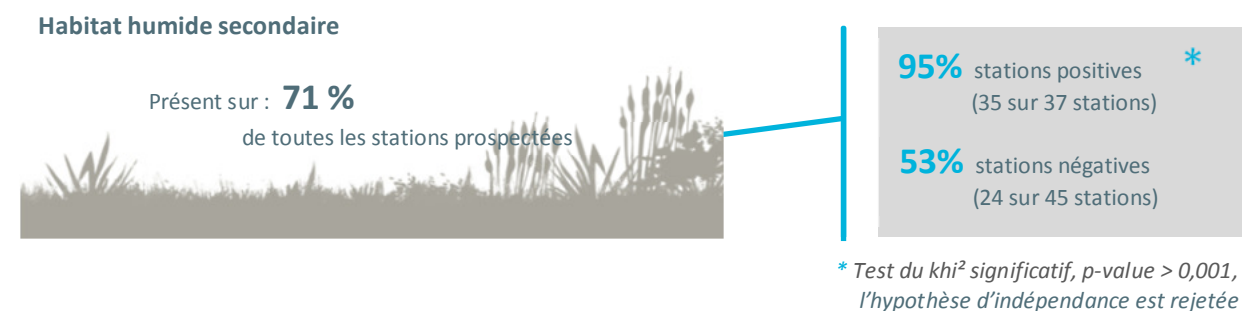


Figure 17 : Présence d'un habitat secondaire humide sur les stations de *C. lunulatum* en 2014

Milieux environnants

Les milieux environnants des stations prospectées sont à environ 80% des **milieux ouverts** (66 stations sur 82 échantillonnées). Dans 44% des cas, aucun autre milieu environnant n'est décrit (29 stations sur 66).

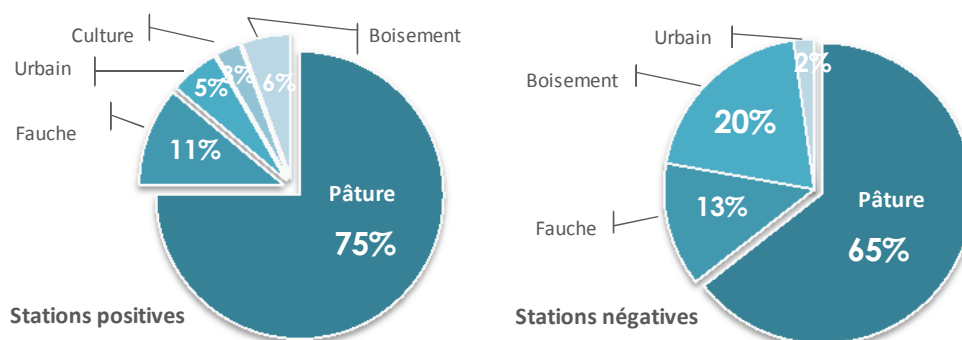


Figure 18 : Description des milieux environnants des stations prospectées en 2014

Végétation aquatique

Les **hydrophytes** sont notés dans des proportions beaucoup plus importantes sur les sites à *C. lunulatum*, sans toutefois que ce facteur ressorte statistiquement (pas de différence significative entre les stations positives et négatives). Les **hélrophytes** sont présents sur la plupart des stations prospectées (mais la densité/surface n'ont pas été relevées).

Hélrophytes



Présentes sur : **90 %**
de toutes les stations prospectées

97 % stations positives
(36 sur 37 stations) *

84 % stations négatives
(38 sur 45 stations)

Hydrophytes



Présentes sur : **62 %**
de toutes les stations prospectées

83 % des cas *Potamogeton sp*
Autres espèces citées : *Ranunculus aquaticus*,
Persicaria amphibium et *Myriophyllum sp.*

78 % stations positives
(29 sur 37 stations) *

49 % stations négatives
(22 sur 45 stations)

* Tests du χ^2 non significatifs, p -value > 0,001, l'hypothèse d'indépendance est acceptée

Figure 19 : Description de la végétation aquatique recensée sur les stations de *C. lunulatum* en 2014

Menaces

Les poissons (30 %) et le piétinement (25 %) sont les principales menaces décrites sur les stations prospectées en 2014. A souligner que sur 19 % des stations aucun élément n'a été noté (9 stations positives et 10 stations négatives).

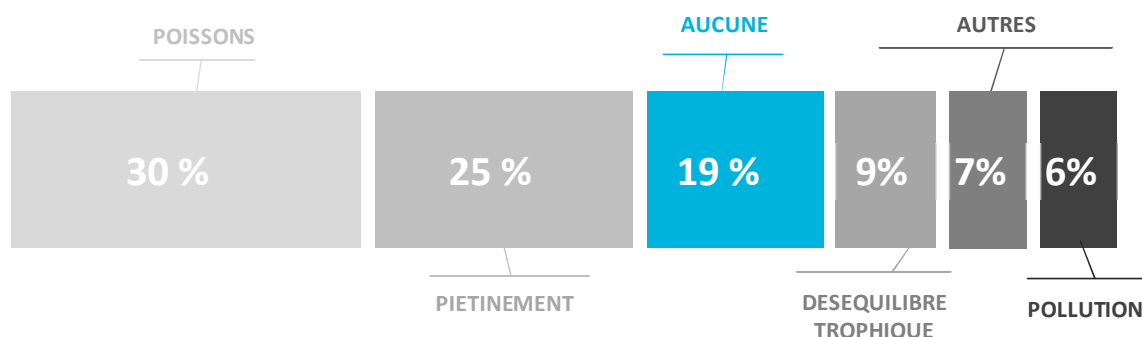


Figure 20 : Menaces identifiées sur l'ensemble des stations prospectées en 2014

4. Caractérisation de l'habitat potentiel

Pour rappel, ce qui est présenté dans ce paragraphe correspond au protocole de la caractérisation de l'habitat a été réalisé uniquement sur les 30 stations sélectionnées dans l'objectif de déterminer les éléments discriminants à la présence de l'espèce sur un site. Le protocole a été monté de manière à ce que les données puissent être analysées statistiquement. Les résultats de cette partie sont donc plus précis et plus robustes que les éléments descriptifs présentés dans la partie inventaire précédente.

4.1. Présentation générale des stations

Pour chacune des 30 stations, nous avons **56 paramètres renseignés**, une carte de végétation ainsi que des photos. Toutes les informations récoltées ont été enregistrées dans une base de données globale. Un exemple de fiche de relevés figure en annexe 3. Suite à un dysfonctionnement de la sonde pH lors de la campagne de relevés des paramètres physico-chimiques, la valeur du pH n'a pas pu être notée.

Coenagrion lunulatum a été observé sur **23 des 30 stations échantillonnées**, avec au minimum 1 individu volant mature, dont **19 stations dès le premier passage**. La grande majorité des sites sont des étangs ou des petits lacs naturels ou artificiels de moyenne montagne, compris entre 987 et 1466 m d'altitude, liés ou non aux milieux tourbeux (mares d'anciennes fosses de tourbage, remise en eau de tourbières exploitées). Les milieux aquatiques sont permanents, parfois reliés au réseau hydrique avec une grande variation du niveau d'eau.

4.2. Analyses statistiques

Résultats des modèles

Les 17 variables explicatives testées dans les deux modèles sont les suivantes :

Tableau 5 : Récapitulatif des variables testées statistiquement

CODE	Equivalent	Transformation
quasipl	% de berge quasi plane	arcsine
douc	% de berge douce	arcsine
nvdo	Variation du niveau d'eau	/
phu	Perturbation humaine	/
pat	Pâturage	/
sta500	Nombre de station positive à 500 m	/
ouv500	% de milieu ouvert à 500 m	arcsine
urb500	% de milieu ouvert à 500 m	arcsine
for500	% de milieu ouvert à 500 m	arcsine
nu	% de berge nu	arcsine
olib	% d'eau libre	arcsine
carex	% de recouvrement en Carex	arcsine
Sta200	Nombre de station positive à 200 m	/
helo	% de recouvrement en hélophytes	arcsine
Hydro	% de recouvrement en hydrophytes	arcsine
puella	Nombre de <i>Coenagrion puella</i>	log
aniso	Nombre d'exuvie d'anisoptère	log

Seuls les résultats finaux sont présentés ici, les étapes intermédiaires sont détaillées en annexe 4.

Tableau 6 : Résumé des analyses statistiques

Modèle REPRO	Variabes	Estimations des paramètres	Ecart-type	t
Variance nulle: 41,455 - 29 ddl	ahydro	3,939	1,9	0,0381 *
Variance résiduelle: 26,963 - 26 ddl	PoissonsOUI	-2,826	1,437	0,0493 *
AIC: 34,963	logpuella	1,662	1,313	0,2057

Modèle NB	Variabes	Estimations des paramètres	Ecart-type	t
Variance nulle: 2720,3 - 29 ddl	patmodere	-1,2263	0,6807	0,083705 .
Variance résiduelle : 1180,9 - 25 ddl	aarb	-2,4606	1,4098	0,093190 .
AIC: NA	afor	2,0106	0,9011	0,034865 *
	ahydro	3,0717	0,8161	0,000906 ***

Paramètre de dispersion : **73,01627**

Légende : ddl : degré de liberté // AIC : critère d'information d'Akaike // t : test de student // 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 // afor : recouvrement des milieux forestiers environnants – Poissons : présence ou absence de poissons – ahydro : recouvrement d'hydrophytes – patmodere : intensité du paturage – logpuella : nombre de *C. puella* compté (en log) – aarb : pourcentage de berge recouvert d'une strate arbustive et arborée

4.3. Relations mises en évidences

Recouvrement des hydrophytes

Pour les deux modèles, nous retrouvons un effet important de la surface des hydrophytes. La relation entre *C. lunulatum* et les hydrophytes est positive : **la surface en hydrophytes est plus importante** sur les sites où la reproduction et de forts effectifs de *C. lunulatum* ont été observés.

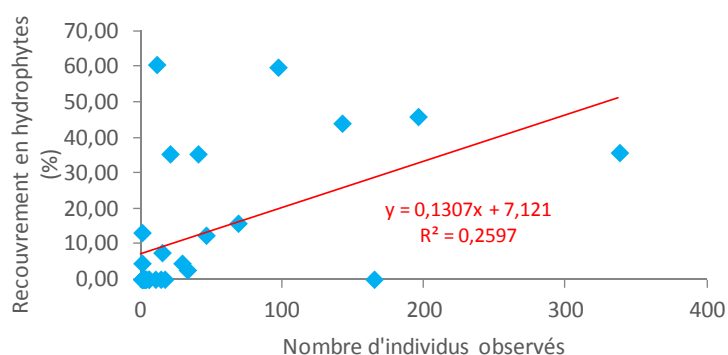


Figure 21 : Relation entre la présence d'hydrophytes et les effectifs de *C. lunulatum*



Figure 22 : Herbier de potamots sur l'étang de la Listoune, Picherande © Fanny Bourrié

Environnement forestier

Le milieu forestier environnant influence négativement la présence de *C. lunulatum*. Les stations entourées par un pourcentage important de forêts semblent être sensiblement **moins favorables** à la présence de l'espèce. Toutefois, une valeur extrême fausse la tendance avec un effet positif observé (station des Ribages).

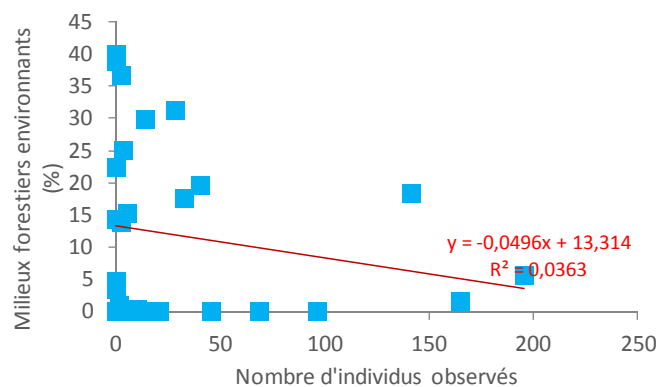


Figure 23 : Relation entre l'environnement forestier et les effectifs de *C. lunulatum*

Tendances (non significatives statistiquement)

D'autres éléments ont été mis en évidence dans l'analyse :

- la présence de poissons peut avoir un effet négatif sur la reproduction de *C. lunulatum*,
- un pâturage faible ou nul semble favoriser un nombre plus important d'individu,
- une berge fermée, dominée par des arbustes et/ou des arbres diminue le nombre de *C. lunulatum* observé sur une station.

5. Cortège odonatologique associé

5.1. Observations issues de l'inventaire

Au cours de l'**inventaire des stations**, 29 espèces d'Odonates ont été observées au total. Pour cinq d'entre elles, *Coenagrion puella*, *C. hastulatum*, *C. lunulatum*, *Libellula quadrimaculata* et *Enallagma cyathigerum*, le nombre d'individus comptabilisé est supérieur à 1000 atteignant un maximum de 3701 individus pour *C. puella*.

Coenagrion lunulatum ressort ici comme un des taxons les plus abondants. Nous observons une très forte abondance et fréquence des espèces ubiquistes ainsi que de *C. hastulatum*. De plus, globalement, les anisoptères sont en bien moindre abondance que les zygoptères.

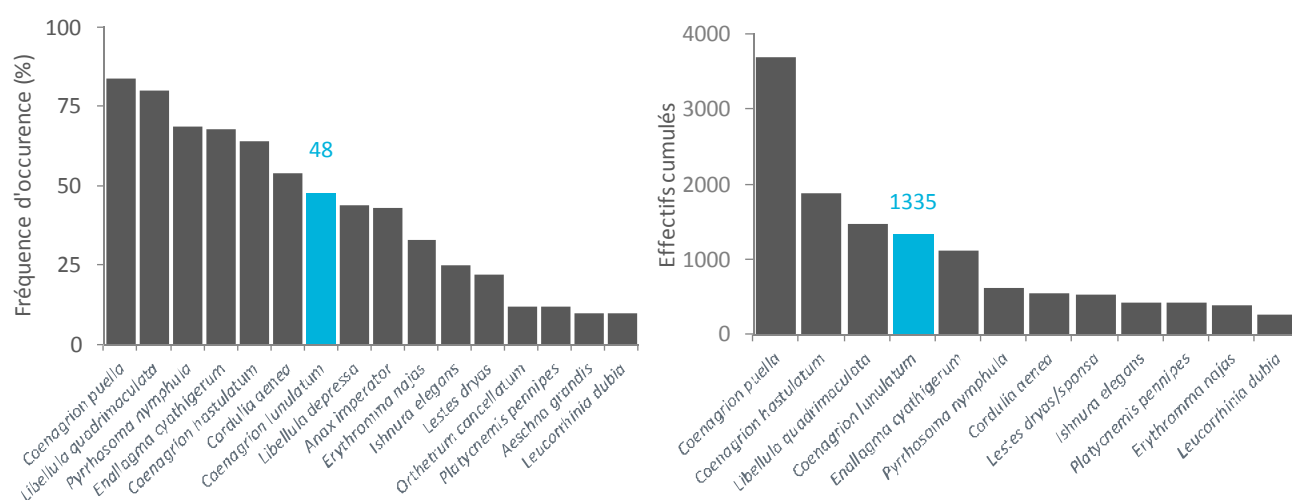


Figure 24 : Effectifs cumulés des individus contactés en 2014 et fréquence d'occurrence des espèces

5.2. Analyse statistique du cortège

L'analyse du cortège odonatologique, présentée ci-après, a été produite à partir des données issues du **protocole de caractérisation de l'habitat**, et non pas de la totalité des prospections réalisées dans le cadre de l'inventaire qui sont hétérogènes.

27 espèces ont été observées sur les 30 stations étudiées lors des 3 passages (tableau page suivante). Le dendrogramme (méthode des liens moyens, figure page suivante) isole *Coenagrion lunulatum* à une branche, inclus dans un groupe proche avec *Libellula quadrimaculata*, *Pyrhosoma nymphula*, *C. hastulatum*, *C. puella* et *Enallagma cyathigerum* et dans une moindre mesure associé à *Anax imperator* et *Libellula depressa*. Les cinq premières espèces sont les plus abondantes (présentes sur plus de 20 stations). De plus, une proximité avec *Cordulia aenea* est à souligner.

Tableau 7 : Espèces prises en compte dans la CAH et nombre de stations en commun avec *C. lunulatum* en 2014

Espèces	Code	Nombre de sites où l'espèce est présente	Nombre de sites en commun avec <i>C. lunulatum</i>	Espèces	Code	Nombre de sites où l'espèce est présente	Nombre de sites en commun avec <i>C. lunulatum</i>
<i>Aeshna cyanea</i>	A.c	1	0	<i>Ischnura elegans</i>	I.e	8	4
<i>Aeshna grandis</i>	A.g	8	7	<i>Lestes dryas</i>	L.d	8	7
<i>Aeshna juncea</i>	A.j	6	5	<i>Lestes sponsa</i>	L.s	6	4
<i>Anax imperator</i>	A.i	19	14	<i>Lestes virens</i>	L.v	0	0
<i>Calopteryx splendens</i>	C.s	2	1	<i>Leucorrhinia dubia</i>	L.du	5	5
<i>Calopteryx v. meridionalis</i>	C.v	3	3	<i>Libellula depressa</i>	L.de	17	15
<i>Coenagrion hastulatum</i>	C.h	27	22	<i>Libellula quadrimaculata</i>	L.q	28	23
<i>Coenagrion lunulatum</i>	C.l	23	n/a	<i>Orthetrum cancellatum</i>	O.c	6	3
<i>Coenagrion puella</i>	C.p	28	25	<i>Platycnemis pennipes</i>	P.p	2	1
<i>Cordulia aenea</i>	C.a	20	15	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	P.n	26	21
<i>Enallagma cyathigerum</i>	E.c	27	22	<i>Somatochlora flavomaculata</i>	S.f	3	2
<i>Erythromma najas</i>	E.n	11	7	<i>Somatochlora metallica</i>	S.m	5	4
<i>Gomphus pulchellus</i>	G.p	2	0	<i>Sympecma fusca</i>	S.f1	1	1
				<i>Sympetrum flaveolum</i>	S.fl	8	5

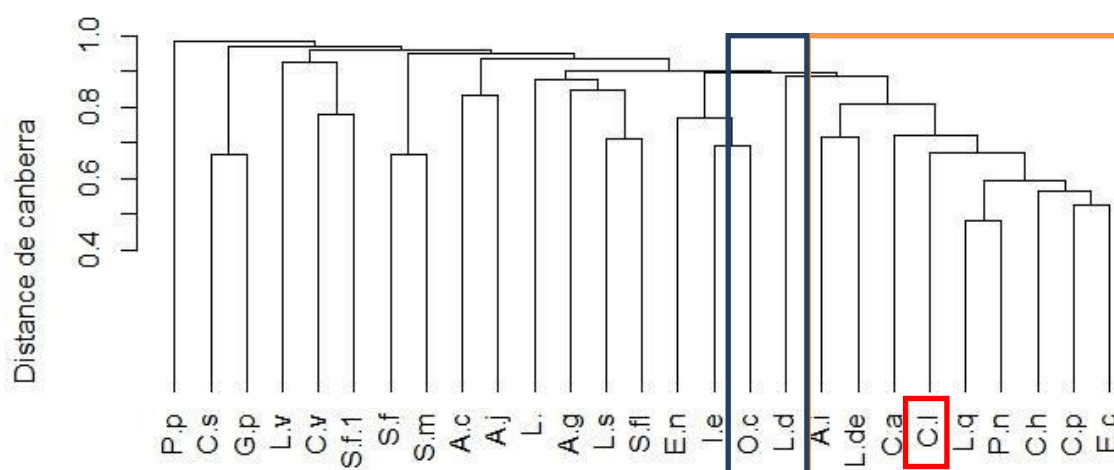


Figure 25 : Dendrogramme du cortège odonatologique associé à *C. lunulatum* sur les sites d'étude en 2014

V. SYNTHÈSE & DISCUSSION

1. Commentaires généraux

1.1. Conditions météorologiques

Le graphique ci-dessous présente les données climatiques relevées en 2014 sur la commune de Besse et Saint Anastaise (données Météo France). L'intervalle mai II correspond à la décade du 11 au 20 mai 2014, mai III du 21 au 31 mai 2014, ... Les conditions météorologiques ont été propices en début de saison (mai/ juin) avec des belles journées, peu de pluie et des températures printanières.

Le mois de juillet a, quant à lui, été assez défavorable avec de nombreux jours de pluie consécutifs et des températures fraîches, en particulier lors de la première décade (1^{er} au 10 juillet), réduisant les possibilités d'observation des Odonates.

Ces conditions n'ont pas permis une pression équivalente tout au long de la saison. Ceci a entraîné une faible détectabilité de l'espèce en fin de saison, expliquant la baisse rapide du nombre d'observation et nombre d'individus observés à partir du 1^{er} juillet 2014.

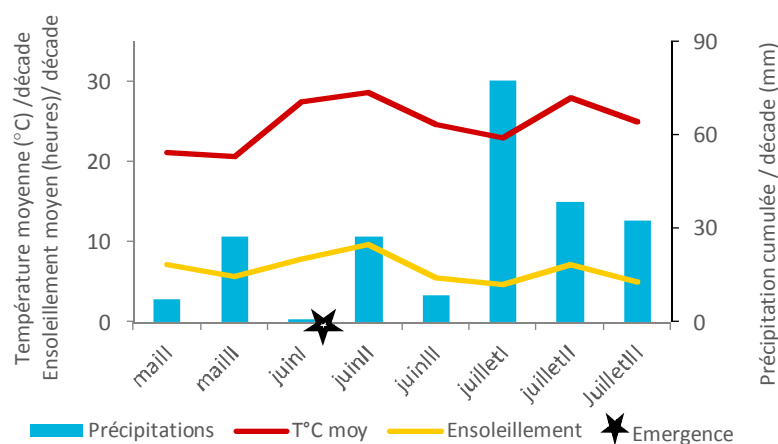


Figure 26 : Conditions météorologiques lors de la période de vol de *C. lunulatum* en 2014

1.2. Phénologie

L'espèce a été contactée plus tardivement dans la saison que ce que rapporte Leroy (2006), qui fixait la date de dernière observation moyenne au 27 juin $\pm$ 8,5 jours. Durant ces deux dernières années, des individus ont été contactés jusqu'au 21 juillet en 2013 et le 18 juillet 2014. Ces données tardives ne sont probablement pas à attribuer à un déplacement ou un allongement de la période de vol, mais plutôt à des conditions météorologiques particulières ou à un effort de prospection accrue sur toute la saison.

L'analyse de toutes les données disponibles de *C. lunulatum* depuis 2000 révèle que l'espèce est visible, au plus tôt, dans la 2^{ème} décade de mai et au plus tard dans la 3^{ème} décade de juillet. Son pic d'observation se situe entre la 1^{ère} et la 2^{ème} décade de juin. Ensuite, le nombre d'individus et d'observations décroît rapidement.

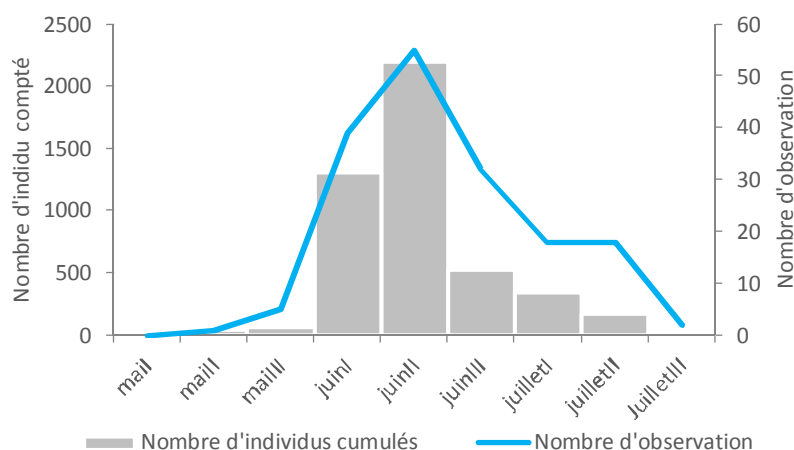


Figure 27 : Phénologie de vol de *C. lunulatum* dans le Massif central de 2000 à 2014

2. Répartition sur le territoire du Parc des Volcans

2.1. Apports et limites de l'inventaire

L'effort de prospection a été conséquent grâce à la présence sur le terrain de deux observateurs tout au long de la période de vol de l'imago, ce qui a permis d'obtenir des résultats significatifs. Les inventaires 2013 et 2014 ont augmenté de manière considérable le nombre de données relatives à l'espèce (estimées à une centaine avant 2013).

D'après les résultats des inventaires et au regard du nombre de nouvelles stations de *C. lunulatum* identifiées en 2013 et 2014, il ressort que le repérage par photo interprétation a bien fonctionné. Cette méthode a pu être utilisée car l'espèce affectionne les mares et plans d'eau ouverts, éléments paysagers qui ressortent souvent nettement sur les photographies aériennes.

La répartition sur la zone d'étude peut aujourd'hui être considérée comme globalement bien connue. Toutefois, avec souvent un seul passage pendant la saison, le protocole utilisé ne permet pas de certifier « l'absence » de l'espèce sur un site. Il ne donne pas non plus de certitudes sur les effectifs, ni sur leur évolution dans le temps entre deux inventaires. Les conclusions sont donc à accueillir avec réserve et sont présentées comme des éléments de réflexion sur une dynamique potentielle de l'espèce sur le territoire considéré.

Enfin, l'inventaire ayant pour but d'apporter des données d'occurrence quantitatives de *C. lunulatum*, certains sites n'ont pas été prospectés de manière exhaustive. C'est le cas du Lac du Pêcher et du Lac de Sauvage par exemple, et ceci faute de temps. Le nombre d'espèces et d'individus comptabilisés trouvés sur ces sites est ainsi sous-estimé.

2.2. Synthèse des stations connues de *Coenagrion lunulatum*

Les deux récentes études (Leroy 2006 ; Bourrié & Pont 2013) ont permis de donner un premier aperçu de la répartition de *Coenagrion lunulatum* sur le territoire du Parc des Volcans.

Le bilan des observations antérieures à 2000 réalisé par Leroy (2006) dresse une première cartographie des stations recensées depuis une quarantaine d'années dans le Massif central. L'espèce était alors citée sur 22 sites. 11 de ces stations historiques étaient situées sur le territoire du Parc des Volcans (carte en annexe 5).

Ensuite les inventaires conduits de 2000 à 2013 ont permis de recenser 55 stations sur le territoire du Parc des Volcans. Avec les 11 nouveaux sites découverts en 2014, le nombre de stations pour cette espèce se monte à 64 sur le territoire du Parc. Le bilan est présenté page suivante.

Durant les inventaires de 2013-2014, l'espèce n'a pas été observée sur 2 sites historiques ainsi que sur 18 stations prospectées par Leroy en 2006. Seulement 2 stations historiques et 12 stations inventoriées en 2006 n'ont pas été re-prospectées en 2013-2014.

L'effort de prospection de 2014 a permis de recenser quelques populations sur des stations nouvelles comme la mare des Costelles à proximité du Lac des Bordes ou de reconfirmer des stations connues en 2005 où l'espèce n'avait pas été contactée en 2013, telles que le Lac de Bourdouze ou celui de Montcineyre.



Figure 28 : Etang du buron de la Banny, Besse-et-Saint Anastaïse
© Marine Kreder

STATIONS CONTEMPORAINES (> 2000) DE PRESENCE DE
 L'AGRION A LUNULES SUR LE PARC DES VOLCANS

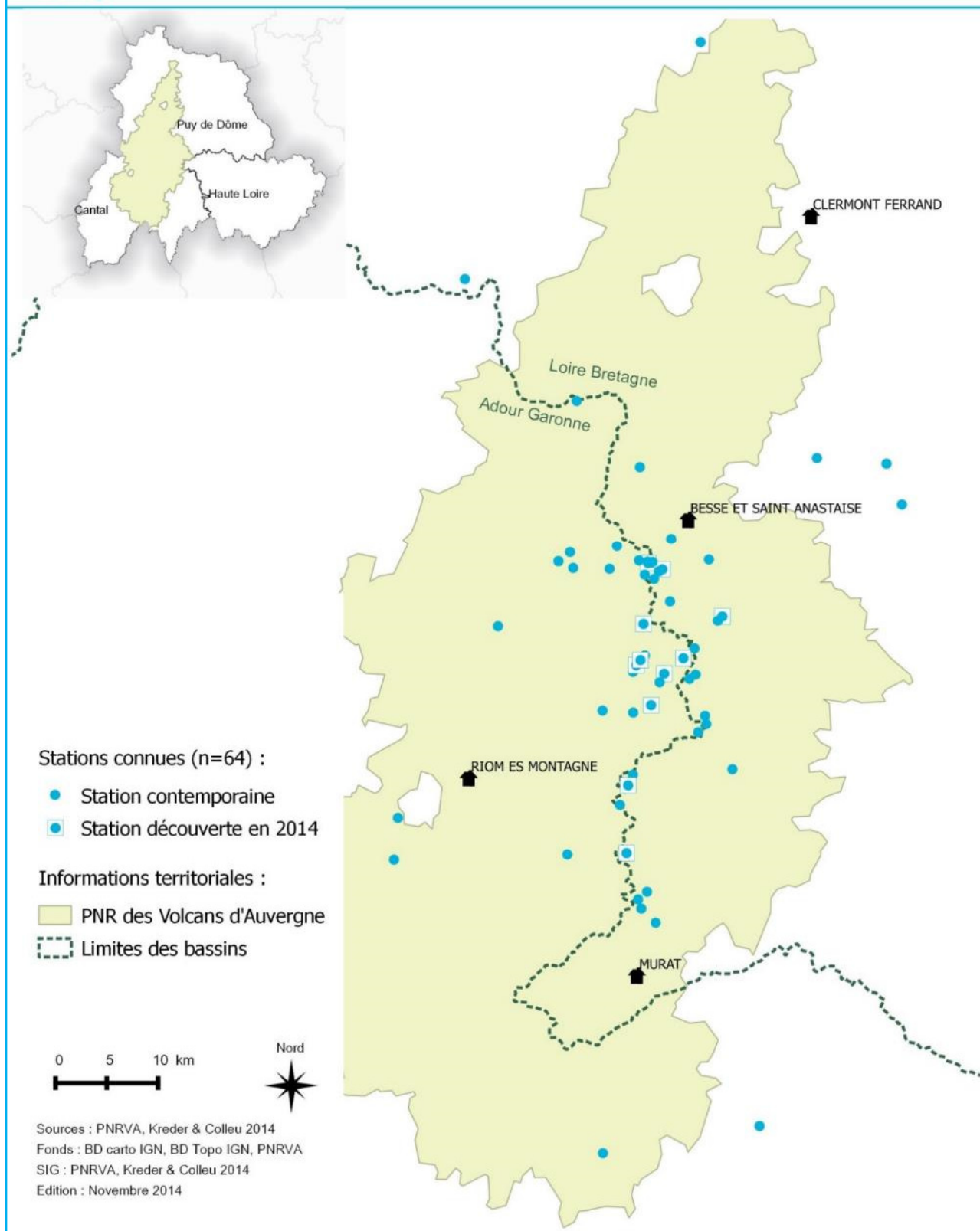


Figure 29 : Répartition de *C. lunulatum* sur le territoire du PNRVA de 2000 à 2014

2.3. Evolution des effectifs

La comparaison des effectifs entre les inventaires de 2000-2005 et 2013-2014 permet de supposer des variations de populations interannuelles assez importantes (tableau suivant). Les limites de cette analyse sont rappelées plus haut.

Tableau 8 : Comparaison des effectifs estimés des stations principales entre 2000-2005 et 2013-2014

Stations	2000-2005	2013-2014
Tourbière du bois de Gayme	300	1
Lac du Buron de la Banny	350	45
Lacou ouest de la Liste	400	25
Lac de Tioulouse-Haut	86	13
La Listoune	200	> 200
Les Ribages	1	163
Les Scordiaux	DD	> 200
Chevaspère	DD	> 200
la Borie haute	DD	120

DD : pas d'information sur ces stations sur la période considérée

Il apparaît que les stations à forte densité ne sont plus les mêmes aujourd'hui qu'au début des années 2000. Une seule station, la Listoune, conserve des effectifs importants sur les deux périodes d'inventaire. Certains sites ont vu leurs populations décroître fortement (Lacou Ouest de la Liste, Tourbière du bois de Gayme) alors que d'autres voient leurs effectifs augmentés (La Listoune, Les Ribages).

Ces chutes d'abondance sont également observées sur des pas de temps très courts puisque 6 sites fréquentés par l'espèce en 2013 n'ont pas été positifs en 2014.

Les différents inventaires montrent aussi la prédominance de station à faible effectifs (<5 individus, dans la majorité que des mâles) et posent la question de l'importance de ces stations dans la conservation de *C. lunulatum* et leurs rôles dans la dynamique des populations



Figure 30 : Station des Ribages, Besse-et-Saint Anastaise © Fanny Bourrié

Une analyse cartographique de l'évolution des effectifs a également été réalisée (figure 30). Les effectifs correspondent ici au nombre maximal d'individus comptabilisés le même jour sur un site pour chaque période d'inventaire 2000-2005, 2013 et 2014.

Pour une meilleure lisibilité, trois ensembles ont été définis sur le territoire des Monts Dore et du Cézallier.

L'ensemble n°1 possède le plus grand nombre de sites à forte densité. Fin 2005, il comprend les stations de la Listoune, tourbière du Bois de Gayme, Buron de la Banny et une des mares de la Liste. En 2013 et 2014, les plans d'eau de la Listoune, des Scordiaux et des Ribages sont les sites à plus forte densité, traduisant donc des fluctuations importantes.

Sur les ensembles n°2 et 3, les évolutions sont plus difficiles à cerner et à mettre en relation avec les inventaires de 2000 à 2005 compte tenu de l'augmentation du nombre de sites prospectés (8 en 2005 à 17 en 2014 pour l'ensemble n°2). Alors que le secteur n°3 a été bien échantillonné pendant la période 2000-2005 (8 stations sur 9 ayant attesté au moins une fois sa présence), *C. lunulatum* n'a été contacté que sur 5 stations en 2014. De plus, en 2014, les effectifs observés ont été généralement faibles, un maximum de deux individus capturés par site (Lac du pêcheur, lac de Serre, Buron de Vernol), ce qui n'était pas le cas en 2000-2005.

Ces observations montrent que, sur une même station, la fluctuation des effectifs peut être importante sur un pas de temps relativement court (10 ans). Ceci induit deux hypothèses :

- une dynamique de population relativement instable dans le temps,
- un fonctionnement en métapopulation, où les stations avec des faibles effectifs ou avec des effectifs variables seraient des populations puits, les populations étant maintenues par l'immigration d'individus de populations plus importantes.

Ces constatations n'apportent pas encore d'élément concret sur la tendance de la population. Toutefois les observations récoltées, notamment au sud du Cézallier, traduiraient plutôt une régression de la population. Il est nécessaire de confirmer cette hypothèse avec des prospections complémentaires dans les prochaines années et par des suivis annuels standardisés.

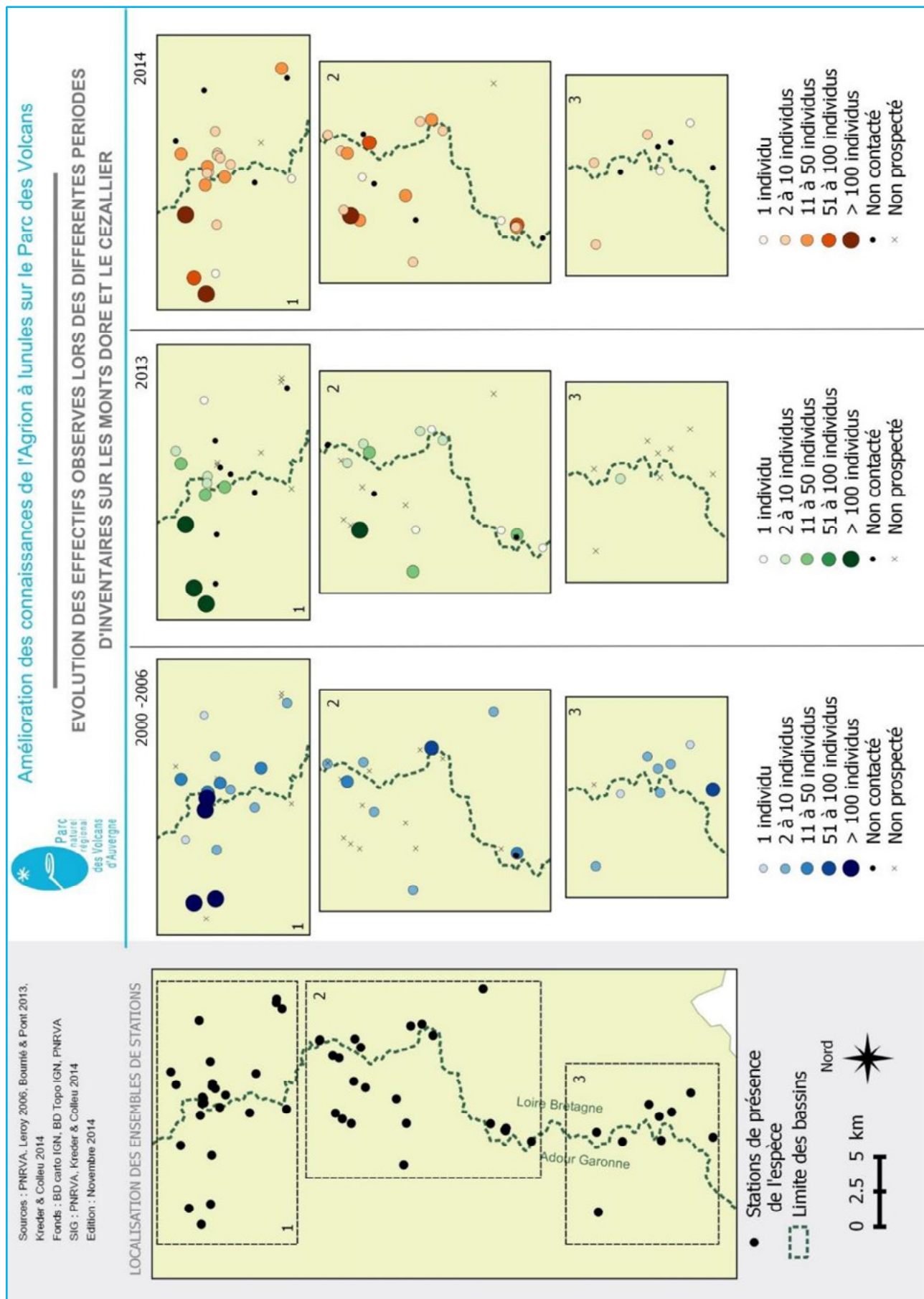


Figure 31 : Comparaison des effectifs comptés durant les différentes périodes d'inventaire 2000 à 2014

3. Habitat de l'Agrion à lunules dans le Cézallier et les Monts Dore

3.1. Apports et limites de l'étude

Représentativité et précision du protocole

A notre connaissance, aucun travail aussi précis n'avait été réalisé sur la caractérisation de l'habitat de *Coenagrion lunulatum* en Europe. Il faut toutefois souligner que notre étude porte sur un territoire bien défini (massifs des Monts Dore et du Cézallier), qui ne représente qu'une partie de l'aire de répartition de l'espèce dans le Massif central, et encore restreint du fait de la stratégie d'échantillonnage (sélection de 30 sites, non prise en compte des grands lacs pour des raisons pratiques).

Il a été primordial de considérer au départ un nombre important de variables afin de tester le plus de paramètres possibles. Des variables fondamentales qui expliqueraient davantage la présence, la reproduction et la densité de *C. lunulatum* sur une station ont pu être omises. Par exemple, un suivi de la température sur un pas de temps plus long que la durée de l'étude peut être un paramètre explicatif non négligeable concernant l'utilisation d'une station par l'espèce (microclimat, effet du changement climatique, ...), voire même une analyse climatologique plus poussée.

Le pH n'a pas pu être pris en compte alors que c'était un des paramètres ciblés dans la littérature (Sternberg & Buchwald 1999 ; Nelson & Thompson 2004 ; Goffart et al. 2006). Toutefois les analyses ont montré que les autres paramètres chimiques relevés n'influaient pas significativement sur la présence, la reproduction et la densité de *Coenagrion lunulatum* sur un site. La reproduction avérée sur d'anciennes fosses de tourbage devenues des mares (Plaine Jacquot) et sur des milieux liés aux tourbières indique que l'espèce peut vivre en milieu acide.

L'observation des comportements reproducteurs et les passages répétés ont été de bons moyens de substitution à l'impossibilité technique d'utiliser les exuvies pour s'assurer de l'autochtonie de l'espèce. Mais les températures basses de fin de saison ont engendré une activité moindre des Odonates, et des comportements reproducteurs ont pu être manqués sur certaines stations prospectées tardivement.

Le protocole a nécessité un temps de travail important aussi bien sur le terrain que lors du traitement des données, notamment pour la retranscription cartographique de la végétation ou l'analyse des paramètres de chaque station. Toutefois cette manière de procéder a permis une homogénéisation de l'appréciation des variables pour minimiser le biais observateur, la méthode est donc reproductible.

Modèles statistiques et biologiques

Les deux modèles (reproduction avérée ou non et nombre d'individus comptés) ont apporté des informations supplémentaires et complémentaires. D'une part de comprendre les facteurs importants pour l'espèce offre la perspective d'une action concrète sur les populations en mettant en place des mesures de gestion sur les sites de reproduction.

D'autre part, déterminer les critères d'habitats secondaires ou de transition permettent d'envisager des actions pour favoriser la pérennisation de la population sur du long terme, notamment en conservant les potentialités de dynamique de population (dispersion notamment).

Toutefois, le cas des valeurs extrêmes, qui représentent des stations « hors normes » (exemple des Ribages et le milieu forestier environnant important), pose une question importante : est-ce bien une station extrême ou seulement un biais dû à l'échantillonnage ? En effet, si on augmente la puissance statistique, il se peut que cette valeur ne soit plus considérée comme extrême. L'interprétation de la relation entre les variables serait alors différente. En revanche, pour la surface d'hydrophytes, les résultats sont marqués et appuient l'importance de ce paramètre pour l'espèce.

3.2. Structure de l'habitat

Bien que l'Agrion à lunules soit observé sur des milieux variés, que ce soit en termes de surface en eau (de la mare de quelques m² au lac de plusieurs hectares) ou de conditions environnementales (tourbières acides, mares eutrophes ou encore lacs neutres), les inventaires et la caractérisation de l'habitat démontrent l'importance pour l'espèce des mares et étangs, aussi bien en nombre de stations qu'en taille de populations.

L'étude a permis d'identifier les principaux facteurs expliquant la présence de *Coenagrion lunulatum* sur un site :

1. Le recouvrement d'hydrophytes est ressorti dans toutes les analyses de manière significative : plus il y a d'herbiers flottants sur un site, plus le nombre d'individus est important. Ces conclusions appuient les descriptions déjà faites dans la bibliographie. Des couples et des mâles seuls ont été observés posés sur la végétation aquatique, majoritairement sur *Potamogeton natans*. Des comportements de ponte (endophyte chez *C. lunulatum*) ont été remarqués à plusieurs reprises le long de tiges de potamots. La femelle, voire le mâle, peuvent être alors totalement submergés.

2. L'espèce présente une préférence pour les **plans d'eau bien ensoleillés**, avec des berges ouvertes, peu arborées et un milieu environnant composé de prairies et de pâtures.

3. L'Agrion à lunules semble supporter un **pâturage faible à modéré**. Mais si le pâturage intensif sur une période donnée impacte négativement la présence de l'espèce sur un site, il peut à contrario permettre la pérennisation d'une population en maintenant le milieu ouvert. Cette relation sera à préciser.

4. La **présence de poissons** est ressortie négativement. Cependant, des précisions supplémentaires sont nécessaires sur la densité et la composition spécifique pour déterminer l'effet réel de l'ichtyofaune.

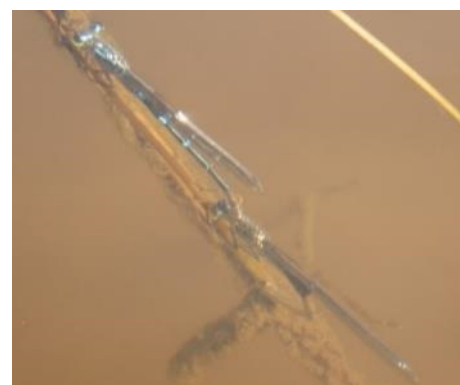


Figure 32 : Couple de *C. lunulatum* submergé lors d'une ponte © Marine Kreder

Les analyses physico-chimiques ne montrent pas d'intolérance directe de l'espèce face à des teneurs fortes de phosphates ou encore d'ammonium. Ces observations ne peuvent être toutefois appuyées que par un suivi à long terme de la qualité de l'eau en relation avec les populations présentes. Enfin, *Coenagrion lunulatum* ne semble pas avoir de préférence pour le substrat sur la zone étudiée. Comme Leroy (2006) l'indiquait, la présence de terre nue semble être bien supportée par l'espèce.

4. Cortège odonatologique associé

Les espèces appartenant au cortège de *Coenagrion lunulatum* (*Libellula quadrimaculata*, *Pyrrhosoma nymphula*, *C. puella* et *Enallagma cyathigerum*) sont toutes considérées comme ubiquistes (Grand & Boudot 2006), à l'exception de *C. hastulatum*, ce qui peut alimenter l'hypothèse d'une possible interaction entre les deux espèces. Toutefois les informations récoltées ne peuvent indiquer les processus impliqués ni le type de relation.

Deux éléments sont importants à rappeler pour nuancer cette analyse. D'une part, les prospections ont été réalisées sur une partie seulement de la saison et donc toutes les espèces n'ont pas pu être observées. D'autre part, l'indice utilisé s'est basé sur les densités comptées et seul le nombre de *C. lunulatum* a été relevé précisément. Les autres espèces, surtout quand elles étaient présentes en grand nombre, n'ont fait l'objet que d'estimations. Ceci peut peut-être expliquer que *C. lunulatum* soit isolé dans les résultats de la CAH. Il aurait été intéressant de prospecter les stations une ou deux fois pour les espèces estivales en août (*Sympetrum* sp., *Orthetrum* sp.).



Figure 33 : Mâle de *C. hastulatum* © Marine Kreder

5. Premiers éléments de réflexion sur la connectivité des populations

L'analyse cartographique a permis de confronter la répartition de *C. lunulatum* à différents éléments paysagers : surfaces urbanisées, boisements, milieux aquatiques et zones ouvertes. L'objectif était d'établir une première ébauche des connectivités potentielles entre les stations et d'identifier les grandes barrières sur ce territoire. Dans un souci de clarté il a été choisi de présenter tous les éléments sur la connectivité des populations dans une seule et même partie.

La notion de zone de connexion (ou de continuité) biologique est définie par Clergeau et Désiré (1999) comme un espace dans lequel existent plusieurs corridors. C'est une matrice complexe, hétérogène, présentant une mosaïque d'habitats multiples, associant par exemple haies, chemins, ruisseaux, à des zones de prairies et de cultures.

L'analyse a porté sur la totalité des sites connus de présence de l'espèce (n= 53 stations) sur les Monts Dore et le Cézallier. Les couches de la BD TOPO® -occupation du sol, modèle numérique de terrain d'Auvergne- BD ALTI®, couche du réseau hydrique- BD CARTHAGE® ont été utilisées.

Des zones tampons de 1 km ont été créées autour des stations pour mettre en évidence les réseaux de sites potentiellement connectés. Cette distance a été choisie sur des critères bibliographiques : les capacités de dispersion des *Coenagrionidae* sont considérées comme assez faibles, allant de quelques centaines de mètres à un ou deux kilomètres (Rouquette & Thompson 2005 ; Grand & Boudot 2006).

Paysages environnants

Le résultat cartographique est présenté page suivante. Les stations (ou réseaux de stations) semblent a priori non reliées entre elles, la répartition de *C. lunulatum* sur le territoire étudié paraît donc discontinue.

La surface de milieux ouverts est largement dominante dans les zones tampon et la zone d'étude (figure 33). Les milieux forestiers sont légèrement mieux représentés dans la zone d'étude que dans les zones tampon, à l'inverse des milieux aquatiques. Le milieu urbain reste marginal, toutefois ce pourcentage ne comprend pas le réseau routier.

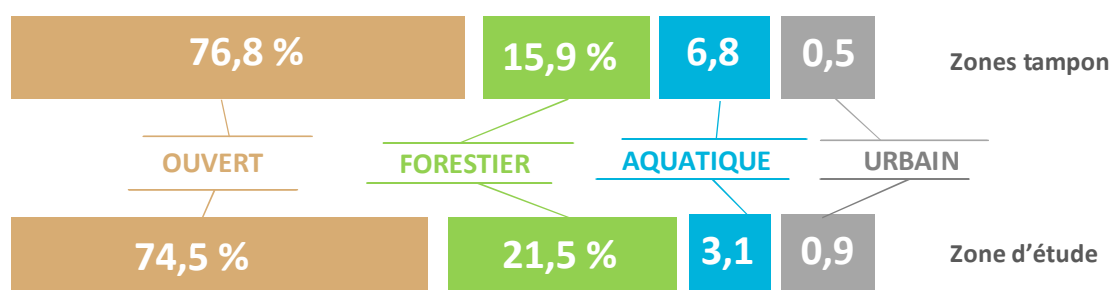


Figure 34 : Représentativité des différents milieux dans les zones tampon et la zone d'étude

D'autres éléments ressortent de cette analyse :

- > **réseau hydrique et zones humides** : les stations ne s'observent pas exclusivement le long des cours d'eau. Par contre, elles sont le plus souvent situées à proximité d'un réseau de zones humides importantes. La répartition de l'Agrion à lunules s'affranchit des limites de bassins versants,
- > **milieux ouverts** : composés principalement de pâturages et de prairie de fauche, ce sont les milieux dominants dans l'environnement des stations de *C. lunulatum*,
- > **surfaces urbanisées** : le tissu urbain, très faiblement développé dans la zone d'étude, ne semble pas être un facteur influençant la répartition de l'espèce,
- > **boisements** : ils sont bien présents sur les contours de la zone d'étude et soulignent assez bien les limites de la répartition de *C. lunulatum*. Très peu de stations sont incluses dans une matrice forestière.

MILIEUX ENVIRONNANTS LES STATIONS DE PRESENCE DE 2013 ET 2014
 DANS LES MONTS DORE ET LE CEZALLIER

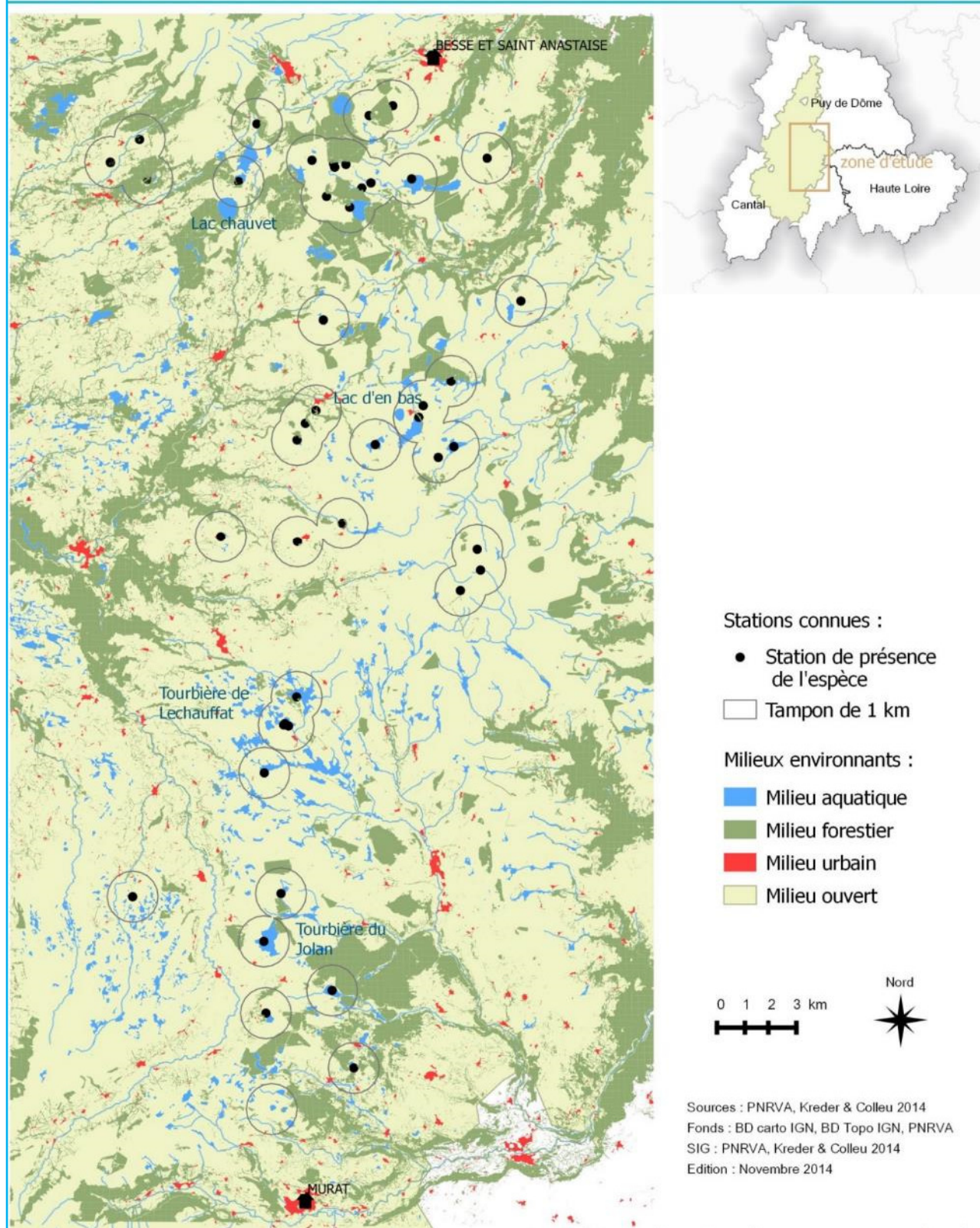
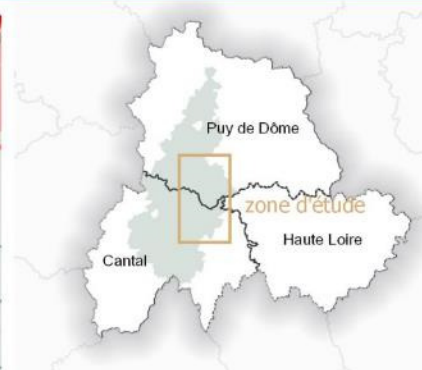
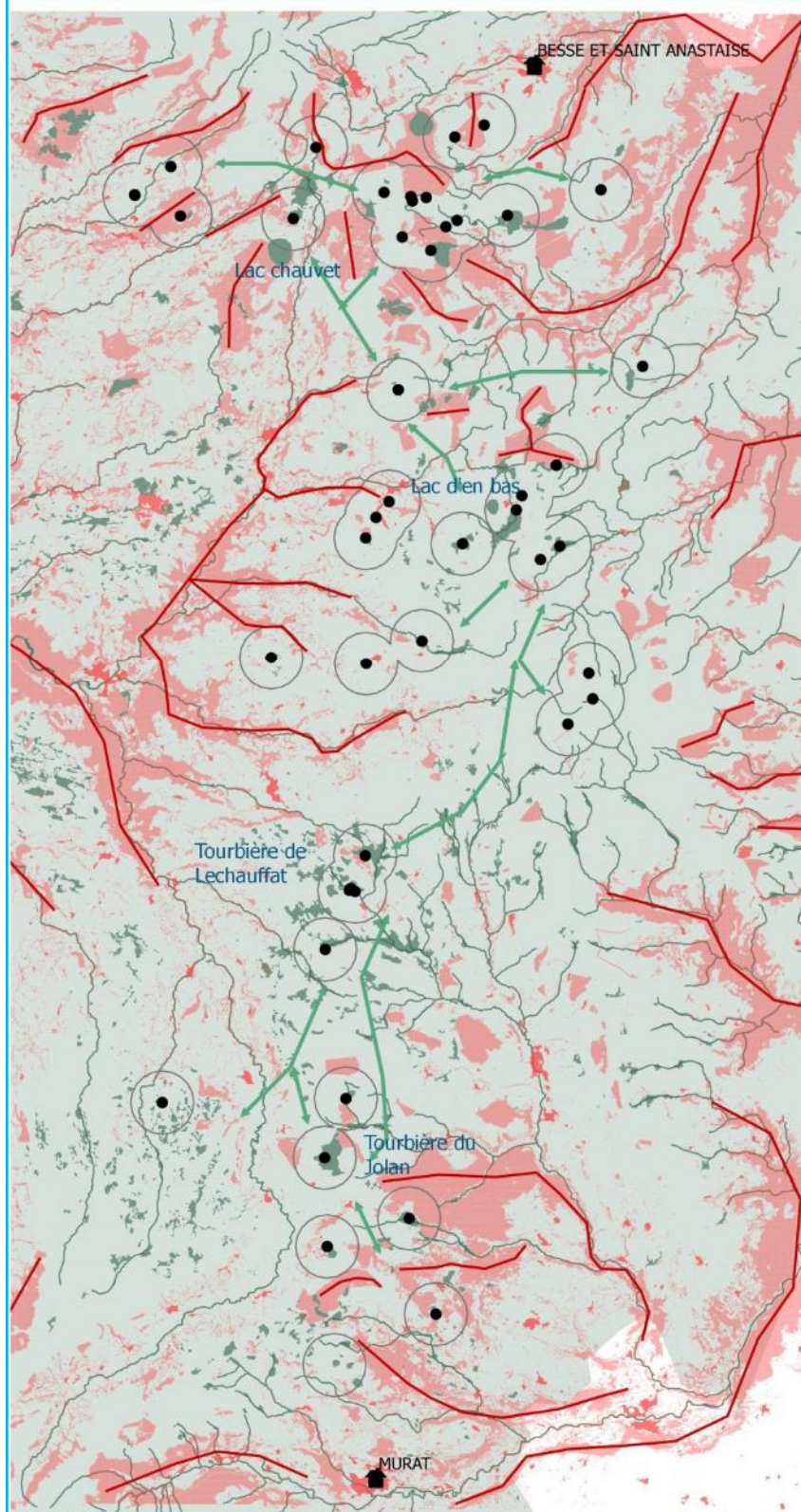


Figure 35 : Milieux environnants des stations de *C. lunulatum* sur le Céallier et les Monts Dore

ANALYSE PAYSAGERE DE LA CONNECTIVITE POTENTIELLE ENTRE LES STATIONS DE PRESENCE DE 2013 ET 2014 SUR LES MONTS DORE ET LE CEZALLIER



Les milieux ouverts (estives, prairies) et aquatiques (zones humides et cours d'eau) sont considérés comme des éléments paysagers favorables à la dispersion de l'agrion à lunules dans le contexte d'étude.

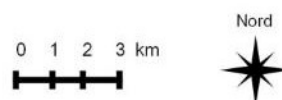
A l'inverse les milieux forestiers et urbains sont identifiés comme défavorable.

Stations connues :

- Station de présence de l'espèce
- Tampon de 1 km

Analyse paysagère :

- Continuum favorable
- Connexion potentielle
- Milieu forestier
- Barrière potentielle



Sources : PNRVA, Kreder & Colleu 2014
 Fonds : BD carto IGN, BD Topo IGN, PNRVA
 SIG : PNRVA, Kreder & Colleu 2014
 Edition : Novembre 2014

Figure 36 : Connectivité potentielle entre les stations de *C. lunulatum* sur le Cézallier et les Monts Dore

Continuums et barrières

Les continuums et barrières ont été définis en fonction de l'occupation du sol, de l'intérêt écologique des milieux et des exigences des Odonates. Les milieux ouverts et aquatiques ont été considérés comme favorables au déplacement de l'espèce, alors qu'à l'inverse les zones urbaines et forestières sont potentiellement des obstacles.

La représentation cartographique de ces continuums et barrières a permis de schématiser les potentiels de connexion entre les stations (figure 35). Les zones sylvicoles à l'ouest, au nord-est et au sud, ainsi que les vallées encaissées et boisées, sont à considérer comme des barrières à la dispersion. Ces structures paysagères génèrent une fragmentation des zones ouvertes et créent des discontinuités dans la répartition de *C. lunulatum*. A l'inverse, nous observons un continuum favorable important, présent du nord au sud de la zone étudiée, enclavé par des grands massifs forestiers.

Les stations au nord sont théoriquement bien connectées entre elles malgré la présence de barrières potentielles. En allant vers le sud, les sites sont de plus en plus espacés les uns des autres, parfois d'une dizaine de kilomètres, alors qu'aucune barrière apparente n'est détectée.

Facteurs pouvant expliquer la répartition de l'espèce

Il semblerait que la répartition de *C. lunulatum* ne soit pas à rattacher directement au **réseau hydrographique**, même si son rôle dans la dispersion des individus est indiscutable. Elle est plutôt à relier à la présence de zones humides favorables aux exigences écologiques de l'espèce, telles que les sagnes ou les plans d'eau d'altitude entourés par des grandes zones d'estives. Ces milieux ouverts, majoritaires sur le secteur du Cézallier et des Monts Dore, offrent peu d'obstacles à la dispersion, ce continuum semble favorable aux déplacements.

La présence d'**habitats secondaires ou de transitions**, servant de relais aux individus en dispersion (mares d'estive, prairies humides, milieux tourbeux), est aussi indispensable, même si les individus ne s'y maintiennent pas ou alors en effectif faible.

L'**éloignement des stations** et la faible disponibilité de sites favorables entre elles semblent être des éléments essentiels pour expliquer la répartition morcelée de l'espèce dans notre zone d'étude. Le contexte particulier du massif du Cézallier, relativement ouvert et exposé au vent, joue un rôle important dans les possibles mouvements non intentionnels d'imagos de *C. lunulatum*. Dans ce contexte, des secteurs comme les tourbières de Lechauffat pourraient être considérées comme un secteur important à préserver pour assurer des connexions théoriques entre le nord et le sud de l'aire de répartition. Ces notions seront à expliciter précisément dans la stratégie de préservation qui découlera du programme d'étude 2013-2015.

D'autres éléments peuvent également être cités pour expliquer cette répartition : la modification des milieux (transformation d'étang ou de lac pour le loisir) ou encore des facteurs intrinsèques relatifs à la biologie de l'espèce.

Enfin, les inventaires ont majoritairement été conduits à moyenne altitude, entre 1042 et 1466 mètres. Il a semblé difficile d'inclure la topographie comme facteur de répartition de l'espèce compte tenu de ces faibles variations. Cependant, aucun site n'a été répertorié au niveau de dépressions altitudinales causées par les vallées, de même que dans des zones de sommets. Les variations d'altitude entre sites prospectés ne permettent pas, par exemple, de considérer ce facteur comme un élément clé de sa répartition sur les sites étudiés en 2014, ni même d'affirmer qu'il intervient à l'échelle du Massif central. De plus, une station à faible altitude pour l'espèce a été découverte cette année : l'étang de Vixouze sur la commune de Polminhac (Cantal) à 870 m d'altitude (N. Lolive & T. Roques, com. pers.).

Ces conclusions sont à accueillir avec précaution, les capacités de dispersion de l'espèce étant encore mal connues. Des études complémentaires visant à comprendre le fonctionnement et la dynamique des populations d'Agrion à lunules sont primordiales pour étayer les hypothèses actuelles.

VI. BILAN DE L'ETUDE ET PERSPECTIVES

1. Principaux apports de connaissance

Mares et étangs des prairies de moyenne montagne, habitat majoritaire de l'espèce en Auvergne

L'étude a permis d'améliorer de façon notable les connaissances sur une des espèces les plus discrètes de France. D'une part, avec une pression d'inventaire conséquente sur les massifs du Cézallier et des Monts Dore, territoire qui présente actuellement la responsabilité la plus forte pour la conservation de l'espèce en France (en nombre de stations et effectifs). Et d'autre part, avec une étude fine de l'habitat qui précise ses exigences écologiques.

Les principaux apports de connaissance sont les suivants :

- les mares et les étangs d'estives sont les habitats principaux de l'espèce sur le territoire du Parc des Volcans,
- les éléments déterminants à la présence de l'espèce sont un recouvrement d'hydrophytes important, des berges et un milieu environnant majoritairement ouverts, la présence d'habitats secondaires humides proches. Le pâturage n'est pas une menace, à condition que la pression soit faible voire modérée. L'effet de l'ichtyofaune sur *C. lunulatum* est à préciser, mais semble a priori négative,
- les stations de la zone d'étude abritent majoritairement des effectifs faibles et peu stables dans le temps,
- le contexte paysager très ouvert du Cézallier et des Monts Dore paraît favorable à l'espèce. Une continuité écologique des zones humides semble être un élément primordial pour garantir la pérennité de l'espèce.



Figure 37 : Cœur copulateur de *C. lunulatum*

© Marc-Antoine Colleu

Coenagrion lunulatum : une espèce post-pionnière ?

Plusieurs résultats alimentent l'hypothèse du caractère « post-pionnier » de l'espèce : son lien avec les hydrophytes l'exclut du cortège des espèces pionnières à proprement parler. *C. lunulatum* se retrouve sur des sites avec des espèces ubiquistes, parfois pionnières, et peu de prédateurs.

De plus, ces milieux peuvent être qualifiés de « perturbés », notamment par les activités humaines comme le pâturage ou encore la gestion des niveaux d'eau. Par exemple, sur la station des Ribages, un remaniement récent à la pelle mécanique et une mise en défens est peut être une explication à l'augmentation du nombre d'individus par rapport aux années 2000. A l'inverse, sur la tourbière du bois de Gayme remise en eau au début des années 2000 après exploitation industrielle, le développement de la végétation, l'installation progressive d'espèces compétitrices et un retour à une certaine « stabilité » des conditions biotiques et abiotiques, expliqueraient la chute du nombre d'individus (effectifs > 200 au début des années 2000, aucun individu en 2013, 1 individu en 2014).

Ces perturbations, chroniques et/ou ponctuelles, maintiennent une dynamique de succession régressive de la végétation. Elles permettent de conserver des milieux à des stades intermédiaires, qui sont, si non favorables à *C. lunulatum*, du moins défavorables à d'autres espèces spécialistes et compétitrices. Un indice de maturité des milieux pourrait être intéressant à mettre en place afin d'appuyer cette hypothèse ainsi qu'un suivi à long terme. Il est alors intéressant de se demander comment l'espèce a pu fonctionner pendant des centaines d'années sur le territoire. Y avait-il des perturbations sur les milieux ? Pâturage certainement, mais est-ce le seul facteur ?

Synthèse des facteurs agissant sur l'espèce

L'étude de 2014 a permis de mettre en lumière les éléments favorables et défavorables à la présence d'une population de *Coenagrion lunulatum* sur un site :



- la présence d'hydrophytes (dans la plupart des cas *Potamogeton sp* parfois *Ranunculus sp*)
- la présence de zones humides de transition entre les stations



- un milieu environnant majoritairement forestier
- des berges fermées
- une pression de pâturage importante
- des densités fortes de poissons

2. Concertation et valorisation de l'étude

En 2014, la concertation a concerné 25 sites, soit :

- > 11 propriétaires privés,
- > 3 communes,
- > 4 organismes gestionnaires.

Les propriétaires de sites ont été contactés en aval de la phase terrain afin d'obtenir les autorisations d'accès. Cette prise de contact a permis une première sensibilisation.

Un courrier de remerciement accompagné d'une fiche bilan personnalisée leur a été envoyé durant l'hiver 2014/2015. Le document reprend des informations générales sur le contexte de l'étude et présente les résultats d'inventaire sur chaque site concerné. Des recommandations de gestion sont proposées pour maintenir les milieux favorables aux odonates. La fiche bilan est présentée en annexe 6.

Une restitution des résultats 2014 et des perspectives 2015 à destination des partenaires techniques et financiers est prévue en 2015. Cette valorisation, en plus de présenter l'étude, doit permettre une meilleure reconnaissance de *C. lunulatum* comme espèce à enjeu. L'objectif est que l'Agrion à lunules soit pris en compte dans les diverses politiques locales (contrat territorial de lac et milieux aquatiques, gestion conservatoire de milieux, mesures agri-environnementales, plan de gestion d'étang piscicole, ...).

3. Perspectives d'action

3.1. Gestion des milieux

L'étude 2014 a permis d'identifier avec précision les éléments structurants de l'habitat de *Coenagrion lunulatum*. Ces paramètres sont essentiels à prendre en compte pour conserver la potentialité d'accueil de l'espèce sur un site. Cela ouvre la perspective de la mise en place de mesures de gestion favorables aux populations de *C. lunulatum* et rend possible la définition de préconisations à destination des propriétaires et gestionnaires de sites.

Pour illustrer les potentialités d'actions, prenons l'exemple d'une mare d'estive, habitat majoritaire pour l'espèce sur le plateau du Cézallier.

La photo ci-contre illustre une mare d'estive de mauvaise qualité, dont les berges sont détériorées, sans hydrophytes, avec une ceinture d'hélophytes broutée et réduite au centre de la mare.

L'inventaire réalisé sur ce site indique la présence de *Coenagrion puella* et *Libellula depressa*, espèces opportunistes et souvent liées à des milieux très perturbés ou pionniers.



Figure 38 : Mare des Costelles, Saint Alyre-ès-Montagne
© Lionel Pont

Sur ce type de milieux, la mise en défens semble une action pertinente pour favoriser la présence de *C. lunulatum*. Appliquée de manière partielle et suivant un système tournant, cette mesure permet de :

- protéger la végétation de l'abrouissement,
- préserver les berges d'un piétinement et d'un tassement du sol,
- limiter la pollution physico-chimique des eaux liée aux déjections animales,
- favoriser l'ouverture de la berge sur une partie de la mare,
- conserver une dynamique de milieu perturbé,
- conserver un accès pour l'abreuvement du bétail.



Figure 39 : Schéma de la mise en défens partielle d'une mare d'estive
© Marine Kreder

Toutes les mesures habituellement préconisées pour la préservation des zones humides sont également bénéfiques à *C. lunulatum* : maintenir une bonne qualité de l'eau, ne pas drainer ou remblayer les zones humides, entretenir de manière raisonnée la végétation aquatique, préférer des travaux d'aménagements légers plusieurs fois qu'un seul très impactant, ne pas enrocher les berges, maintenir une bande enherbée de 5 mètres minimum autour des zones humides sans engrais et pesticides.

Enfin, il serait intéressant d'expérimenter des travaux de gestion sur quelques sites pilotes afin de d'évaluer les actions les plus pertinentes. Leur suivi à moyen ou long terme permettra de déterminer si les résultats et les préconisations de gestion proposées par cette étude sont réalistes.

3.2. Poursuite des études

Prospections complémentaires

Les massifs du Cézallier et des Monts Dore ont bénéficié d'une pression d'observation importante depuis 2013. L'effort d'inventaire doit désormais se concentrer sur les zones périphériques, notamment les bordures ouest, est et sud du territoire du Parc des Volcans. Les stations connues dans ces secteurs sont actuellement considérées comme isolées, or les prospections de ces dernières années ont démontré que des nouvelles stations pouvaient encore être découvertes. L'espèce doit être recherchée plus systématiquement dans les surfaces en eau de petite taille comme les mares d'estives, et non pas seulement les lacs et tourbières comme cela a pu être le cas par le passé.

Suivi de la population du massif du Cézallier et des Monts Dore

Afin d'évaluer l'évolution des populations de *Coenagrion lunulatum*, nous proposons de mettre en place un suivi des effectifs sur le territoire du Cézallier et des Monts Dore. Les stations à échantillonner pourraient être sélectionnées aléatoirement parmi les 30 sites retenus pour la caractérisation de l'habitat en 2014. En effet, sur ces sites, un protocole a été bien défini et les trois passages permettent une estimation réaliste des effectifs. Un protocole de suivi à long terme de *C. lunulatum* est proposé en annexe 7.

Analyse de la capacité de déplacement des imagos

Les résultats de l'étude montrent qu'il est primordial d'apporter des précisions sur les capacités de déplacement de *C. lunulatum* afin d'appréhender correctement la dynamique de population. Ces informations sont indispensables pour mettre en place des actions de conservation efficaces sur le territoire du Parc des Volcans.

Dans la littérature, les auteurs considèrent que les coenagrionidae effectuent des mouvements en moyenne de 300 à 500 m (Grand & Boudot 2006). Le contexte paysager particulier du Cézallier, plateau d'estive très ouvert, peut potentiellement favoriser des déplacements sur des distances plus importantes. Ceci permettrait d'apporter des éléments supplémentaires sur la répartition actuelle de l'espèce, sa dynamique et les variations observées sur les stations durant les différentes périodes d'inventaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Allen K.A., Le Duc M.G. & Thompson D.J. **2010**. *Habitat and conservation of the enigmatic damselfly Ischnura pumilio*. J. Insect Conservation. 14:689:700.
- Aguesse P. **1964**. *Notes sur l'écologie et la repartition des Odonates du Massif Central*. Bulletin de la société entomologique de France, **69**: 223-232.
- Askew R.R. **1988**. *The Dragonflies of Europe*. Harley Books, 291p.
- Bobbink R., Beltman B., Verhoeven J.T.A. & Whigam D.F. **2006**. *Wetlands : Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration*. Ecological Studies 191. Springer. Allemagne, 336p.
- Borisov S.N. **2006**. *Adaptations of Dragonflies (Odonata) under Desert Conditions*. Entomological Review, **86**: 534-543.
- Bourrié F. & Pont L. **2013**. *Inventaire et étude de l'habitat de l'Agrion à lunules Coenagrion lunulatum sur les massifs du Cézallier et des Monts Dore*. PNRVA. 34 p.
- Bouwman J., Groenendijk D., Termaat T. & Plate C. **2009**. *Dutch dragonfly Monitoring Scheme. A manual*. Report number VS2009, Dutch Butterfly Conservation, Wageningen & Statistics Netherlands, Den Haag, Netherlands.
- Brugière D. **1986**. *Observations sur les Odonates du Massif Central*. Revue Scientifique du Bourbonnais. pp. 42-55.
- Chovanec, A. & Waringer, J. **2001**. *Ecological integrity of river/floodplain-systems - assessment by dragonfly surveys*. Regulated Rivers: Research Management, **17**: 493–507.
- Clausnitzer, V., Kalkman V.J., Ram M., Collen B., Baillie J.E.M., Bedjanič M., Darwall W.R.T., Dijkstra K.D.B., Dow R., Hawking J., Karube H., Malikova E., Paulson D., Schutte K., Suhling F., Villanueva R., Von Ellenrieder N. & Wilson K. **2009**. *Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group*. Biological Conservation, **142**: 1864-1869.
- Clergeau P. & Désiré G. **1999**. *Biodiversité, paysage et aménagement : du corridor à la zone de connexion biologique*. Mappemonde, **55** : 19 : 23.
- Corbet P.S. **1999**. *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press. 829 pp.
- Deliry C. **1997**. *Atlas des Libellules de la Région Rhône-Alpes, premier volet : les espèces rares et menacées, deuxième partie : zygoptères*. Sympetrum, 13.
- Dijkstra K.D.B. & Lewington R. **2006**. *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*. British Wildlife Publishing, Gillingham.
- Doucet G. **2011**. *Clé de détermination des Odonates de France*. 2^{ème} édition – Société Française d'Odonatologie. 68p.
- Dommanget J.L. **1987**. *Etude faunistique et bibliographique des Odonates de France*. Inventaire de faune et de flore. Fascicule **36**. Museum National d'Histoire Naturelle. 283p.
- Dupont P. (coord.) **2010**. *Plan national d'actions en faveur des Odonates*. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – MEDE, 170 pp.
- Francez A.J. **1991**. *Atlas de répartition des libellules du Puy-de-Dôme – bilan de 12 années de prospection*. Rev. Sc. Nat. d'Auvergne. 56 : 29 : 41.
- Gilard B. & Villepoux O. **2004**. *Liste Odonates déterminantes (ZNIEFF)*. Validée par le CSRPN le 4 février 2004.
- Gleick P.H. **1996**. *Water resources*. In *Encyclopedia of Climate and Weather*. ed. S. H. Schneider. Oxford University Press, New York, USA.
- Goffart P. **1989**. *Coenagrion lunulatum (Charpentier, 1840) un odonate en expansion en Belgique ?* Notes fauniques de Gembloux, **18** : 3-9.
- Goffart P., De Knijf G., Anselin A. & Tailly M. **2006**. *Les libellules (Odonates) de Belgique. Répartition, tendances et habitats*. Publication du Groupe de Travail Libellules Gomphus et de Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, Série « Faune-Flore-Habitats ». n°1. Gembloux, 398 pp.
- Gonseth Y. & Monnerat C. **2002**. *Liste Rouge des Libellules menacées en Suisse*. Edit. Office fédéral de l'environnement, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. Série OFEFP: L'environnement pratique. 46 p

- Gourmand A.L., Vanappelghem C. & Jeanmougin M. **2012**. *Bilan 2011 du Suivi Temporel des Libellules en France*. SFO, OPIE, CEN Nord Pas de Calais et MNHN.
- Grand D. & Boudot J.P. **2006**. *Les Odonates de France, Belgique et Luxembourg*. Eds Biotope, collection Parthénope, Mèze (France). 480p.
- Gibbons L.K., Reed J.M. & Chew F.S. **2002**. *Habitat requirements and local persistence of three damselfly species (odonata : coenagrionidae)*. Journal of Insect Conservations. **6**:47-55.
- Houard X. Jaulin S. Dupont P. & Merlet F. **2012**. *Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB – Odonates, Orthoptères et Rhopalocères*. Opie. 29 pp. +71 pp d'annexes.
- Kalkman V.J., Boudot J.P., Bernard R., Conze K.J., De Knif G., Dyatlova E., Ferreira S., Jović M., Ott J., Riservato E. & Sahlén G. **2010**. *European Red List of Dragonflies*. Luxembourg . Publications Office of the European Union.
- Karjalainen S. **2002**. *8. Kuutytönkorento, (Extrait in Suomen Sudenkorennot)*. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki, 222p.
- Kerbiriou C. **2010**. *UE STAP : Le modèle Linéaire Généralisé*. PDF de cours UPMC – Université Paris Sud 11, - Ens – AgroParis Tech-MNHN.
- Ladet A. **2010**. *Tourbière de Sagne Redonde – suivi des Odonates 2009*. FRAPNA. 71p.
- Leprieur F. & Méricot B. **2013**. *Analyses multivariées en sciences de l'environnement*. GMBE230. Cours 2013. Université de Montpellier
- Leroy T. **2003**. *Coenagrion lunulatum (Charpentier, 1840) et Coenagrion hastulatum (Charpentier, 1825) : espèces nouvelles pour le département de l'Aveyron . (Odonata, Zygoptera, Coenagrionidae)*. Martinia, **19**: 154-157.
- Leroy T. **2006**. *Coenagrion lunulatum (Charpentier, 1825) en France : répartition, abondance, éléments d'écologie et de conservation (Odonata, Zygoptera, Coenagrionidae)*. Martinia, **22**: 151-165.
- Méricot B., Durbec J.P. & Gaertner J.C. **2010**. *On goodness-of-fit measure for dendrogram based analyses*. Ecology. **91** : 1850-1859.
- Nelson B. **1999**. *The status and habitat of the Irish damselfly Coenagrion lunulatum (Charpentier)(Odonata) in Northern Ireland*. Entomologists' Monthly Magazine **135**: 59-68.
- Nelson B. & Thompson R. **2004**. *The natural history of Ireland's Dragonflies*. Ulster Museum, Belfast, 454p.
- Raebel E.M., Merckx T., Riordan P., Macdonald D.W. & Thompson D.J. **2010**. *The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys*. Journal of Insect Conservation, **14**: 523-533.
- Rouquette J.R. & Thompson D.J. **2005**. *Habitat associations of the endangered damselfly, Coenagrion mercuriale, in a water meadow ditch system in southern England*. Biological conservation. **123** : 225-235.
- Rouquette J.R. & Thompson D.J. **2007**. *Roosting site selection in the endangered damselfly, Coenagrion mercuriale, and implications for habitat design*. J. Insect Conservation. **11**:187-193.
- Schindler M., Fesl C. & Chovanex A. **2003**. *Dragonfly associations (Insecta : Odonata) in relation to habitat variables : a multivariate approach*. Hydrobiologia. **497**:169-180.
- SFO & OPIE. **2014**. *Mise à jour des cartes de répartition des espèces prioritaires*. Document de travail – PNA en faveur des Odonates.
- Soissons A., Martinant S. & Barbarin J.P. **2012**. *Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des Odonates -Auvergne - 2012-2016*. Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne, Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny, DREAL Auvergne. 116 pp.
- Sternberg K. & Buchwald R. **1999**. *Die Libellen Baden – Württenbergs*. Ulmer, Stuttgart: 468p ; and references therein.
- Stoks R. & Córdoba-Aguilar A. **2012**. *Evolutionary ecology of Odonata: a complex life cycle perspective*. Annual Review of Entomology, **57**: 249-265
- Wildermuth H. **1993**. *Habitat selection and oviposition site recognition by the dragonfly Aeshna juncea: an experimental approach in natural habitats (Anisoptera : Aeshnidae)*. Odonatologica, **22**: 27–44.
- Wildermuth H., Gonseth Y. & Maibach A. **2005**. *Odonata – Les libellules en Suisse*. Fauna Helvetica **11**, CSCF/SES, Neuchâtel.
- Zuur A. F., Len E.N., Elphick C.S. **2010**. *A protocol for data exploration to avoid common statistical problems*. Methods in Ecology and Evolution. **1** :3-14.

REFERENCES JURIDIQUES

Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Directive Européenne n°92-43 du 21 mai 1992 N° 9243 DITE "HABITATS" CONCERNANT LA CONSERVATION DES HABITATS NATURELS AINSI QUE LA FAUNE ET LA FLORE SAUVAGES.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (directive 2000/60) **Journal officiel n° L 327 du 22/12/2000 p. 0001 – 0073**

Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau. JORF n°3 du 4 janvier 1992 page 187

Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. JORF n°303 du 31 décembre 2006 page 20285, texte n° 3

WEBOGRAPHIE

Société Française d'Odonatologie. *Cycles de vie des odonates : éléments généraux de biologie et d'écologie*. [En ligne]. Disponible sur <http://www.libellules.org>.

Météo Massif central. *Le climat du Puy de Dôme*. [En ligne]. Disponible sur <http://www.meteo-mc.fr/climat-Puy-de-Dome.html> (Page consultée le 24/04/2014)

INSEE. *Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne - Bilan démographique* [En ligne]. Disponible sur http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=15506 (Page consultée le 24/04/2014)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Mâle de <i>Coenagrion lunulatum</i> © Fanny Bourrié.....	2
Figure 3 : Variation possible du dessin sur le 2ème segment.....	3
Figure 2. Tandem de <i>Coenagrion lunulatum</i> © Fanny Bourrié.....	3
Figure 4. Larve de <i>Coenagrion lunulatum</i> © Christophe Brochard.....	3
Figure 5 : Répartition de <i>C. lunulatum</i> en France (mise à jour 2014) ©OPIE/SPO	4
Figure 6 : Exemple d'habitat de l'espèce en Irlande ©Brian Nelson	6
Figure 7 : Mâles de <i>C. lunulatum</i> et <i>C. hastulatum</i> (au centre)	7
Figure 8 : Prospection sur la tourbière de Gayme, Picherande	8
Figure 9 : Localisation de la zone d'étude en Auvergne.....	9
Figure 10 : Stratégie de prospection pour l'inventaire 2014 sur les massifs des Monts Dore et du Cézallier	11
Figure 11 : Tourbière de Champagnac, Chastel sur Murat.....	12
Figure 12 : Stations échantillonnées pour la partie caractérisation de l'habitat en 2014.....	13
Figure 13 : Courbe théorique d'une espèce monovoltine	14
Figure 14 : Emergence de Coenagrionidae.....	15
Figure 15 : Phénologie de vol de <i>C. lunulatum</i> observée en 2014.....	19
Figure 16 : Résultats de l'inventaire <i>C. lunulatum</i> dans les massifs du Cézallier et des Monts Dore en 2014.....	21
Figure 17 : Présence d'un habitat secondaire humide sur les stations de <i>C. lunulatum</i> en 2014.....	22
Figure 18 : Description des milieux environnants des stations prospectées en 2014.....	22
Figure 19 : Description de la végétation aquatique recensée sur les stations de <i>C. lunulatum</i> en 2014.....	23
Figure 20 : Menaces identifiées sur l'ensemble des stations prospectées en 2014.....	23
Figure 21 : Relation entre la présence d'hydrophytes et les effectifs de <i>C. lunulatum</i>	25
Figure 22 : Herbier de potamots sur l'étang de la Listoune, Picherande © Fanny Bourrié.....	25
Figure 23 : Relation entre l'environnement forestier et les effectifs de <i>C. lunulatum</i>	26
Figure 24 : Effectifs cumulés des individus contactés en 2014 et fréquence d'occurrence des espèces.....	27
Figure 25 : Dendrogramme du cortège odonatologique associé à <i>C. lunulatum</i> sur les sites d'étude en 2014	28
Figure 26 : Conditions météorologiques lors de la période de vol de <i>C. lunulatum</i> en 2014.....	29
Figure 27 : Phénologie de vol de <i>C. lunulatum</i> dans le Massif central de 2000 à 2014.....	29
Figure 28 : Etang du buron de la Banny, Besse-et-Saint Anastaise.....	30
Figure 29 : Répartition de <i>C. lunulatum</i> sur le territoire du PNRVA de 2000 à 2014.....	31
Figure 30 : Station des Ribages, Besse-et-Saint Anastaise © Fanny Bourrié	32
Figure 31 : Comparaison des effectifs comptés durant les différentes périodes d'inventaire 2000 à 2014.....	34
Figure 32 : Couple de <i>C. lunulatum</i> submergé lors d'une ponte © Marine Kreder.....	36
Figure 33 : Mâle de <i>C. hastulatum</i> © Marine Kreder.....	36
Figure 34 : Représentativité des différents milieux dans les zones tampon et la zone d'étude	37
Figure 35 : Milieux environnants des stations de <i>C. lunulatum</i> sur le Cézallier et les Monts Dore.....	38

Figure 36 : Connectivité potentielle entre les stations de <i>C. lunulatum</i> sur le Cézallier et les Monts Dore	39
Figure 37 : Cœur copulateur de <i>C. lunulatum</i>	41
Figure 38 : Mare des Costelles, Saint Alyre-ès-Montagne	43
Figure 39 : Schéma de la mise en défens partielle d'une mare d'estive.....	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statut de protection et de menace de <i>Coenagrion lunulatum</i>	5
Tableau 2 : Liste des variables sélectionnées pour caractériser l'habitat de <i>C. lunulatum</i> en 2014	16
Tableau 3 : Démarche de l'analyse statistique effectuée pour caractériser l'habitat de <i>C. lunulatum</i>	18
Tableau 4 : Nombre de stations de <i>C. lunulatum</i> par commune en 2014	20
Tableau 5 : Récapitulatif des variables testées statistiquement.....	24
Tableau 6 : Résumé des analyses statistiques.....	25
Tableau 7 : Espèces prises en compte dans la CAH et nombre de stations en commun avec <i>C. lunulatum</i>	28
Tableau 8 : Comparaison des effectifs estimés des stations principales entre 2000-2005 et 2013-2014	32

ANNEXES



Sagne Morte © Marine KREDER

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de terrain utilisée lors de l’inventaire <i>C. lunulatum</i> en 2014	A
Annexe 2 : Stations prospectées lors de l’inventaire de <i>C. lunulatum</i> en 2014.....	B
Annexe 3 : Fiche station obtenue après la caractérisation de l’habitat.....	E
Annexe 4 : Détail des analyses statistiques effectuées pour la caractérisation des habitats	G
Annexe 5 : Localisation des stations historiques.....	E
Annexe 6 : Fiche bilan aux propriétaires	L
Annexe 7 : Proposition de suivi à long terme de <i>C. lunulatum</i> sur le Cézallier et les Monts Dore	N

Annexe 1 : Fiche de terrain utilisée lors de l'inventaire *C. lunulatum* en 2014

FICHE INVENTAIRE SITES

Prospecteur : _____
Code site : _____

Lieu-dit : _____

Date : _____
N° de maille : _____

Météo : T°C : 13 - 15 16 - 20 21 - 25 26 - 30 > 35
 Ensoleillement (% de nuage) : 0-25% 25 - 50% 50-75% >75%
 Vent [Echelle de Beaufort] : 0 1 2 3 4 5

Habitats
Habitat dominant : ☐ Tourbière ☐ Plan d'eau/ Lac-tourbière / Mare d'altitude
☐ Marais paratourbeux ☐ Prairie humide/marais non tourbeux
☐ Saulaie/boisement tourbeux ☐ Autre : _____

Autres habitats présents : ☐ Tourbière ☐ Saulaie/boisement tourbeux ☐ Plan d'eau
☐ Marais paratourbeux ☐ Prairie humide/marais non tourbeux
☐ Autre : _____

Milieux environnants : ☐ Prairie d'estive ☐ Prairie de fauche
☐ Boisement forestier ☐ Culture ☐ Urbanisation (buron, exploitation, maison individuelle, route) ☐ Autres : _____

Commentaires : _____

Potentialités

- pour *C. lunulatum*
Présence d'une surface d'eau libre : ☐ peu ☐ environ la moitié ☐ majoritaire
 Taille : ☐ mare (< 50 m²) ☐ étang (50 m² < x < 450 m²) ☐ lac / réservoir (> 450 m²)
 Berges : ☐ pentes douces ☐ pentes abruptes ☐ pentes mixtes
 Rives : ☐ nues ☐ herbacées ☐ présence de ligneux
 Vég° aquatique : ☐ flottante (lentilles...) ☐ hélophytes (carex, préle...)

Si présence d'hydrophytes, espèces/genres dominantes : _____

Présence de l'espèce :

☐ Adulte : - nombre : _____ - M/F : _____
☐ Exuvie : - nombre : _____ - M/F : _____

Remarques (précision habitat, potentialité, support...) : _____

- Autres espèces observées

Eléments témoignant des usages sur le site

Eléments indiquant une gestion agricole : ☐ Clôtures ☐ Bétail : ☐ Autres
 Eléments indiquant une gestion forestière : ☐ Plantation ☐ Traces de coupes
☐ Autres traces : _____

Eléments indiquant une gestion piscicole : ☐ Aménagements ☐ Présence de pêcheur
 Eléments indiquant une gestion cynégétique : ☐ Aménagements ☐ Traces d'agrainage
 Eléments indiquant la présence de loisirs : ☐ Traces de véhicules à moteur ☐ Sentiers
 pédestre ☐ Autre : _____

Présence de captage AEP : ☐ Oui ☐ Non
 Autres captages (domestique ou agricole) : _____ ☐ Oui ☐ Non
 Autres élément : _____

Remarques : _____

Eléments témoignant de l'état de conservation/menaces

Traces de : ☐ Drainage ☐ Piétinement ☐ Plantation
☐ Déprise ☐ Déséquilibre trophique ☐ Poissons
☐ Amphibiens ☐ Autre : _____

Remarques : _____

- pour *L. dubia*

Présence de gouilles/fosses de tourbage/dépressions en eau entourées de sphaignes
☐ oui ☐ non

Si oui : ☐ Gouilles ☐ Fosses/fossés ☐ mare ☐ lac
 Si oui - Type de recouvrement : ☐ ouvert ☐ semi-ouvert ☐ fermé
 Si oui - nombre de milieux estimés : _____
 et/ou surfaces favorables estimés : _____

Présence de l'espèce : _____
☐ Adulte : - nombre : _____ - M/F : _____
☐ Exuvie : - nombre : _____ - M/F : _____

Comportement : _____

Remarques (précision habitat, potentialité, support...) : _____

- pour *S. arctica*

Présence de gouilles/fosses de tourbage/dépressions en eau entourées de sphaignes
☐ oui ☐ non

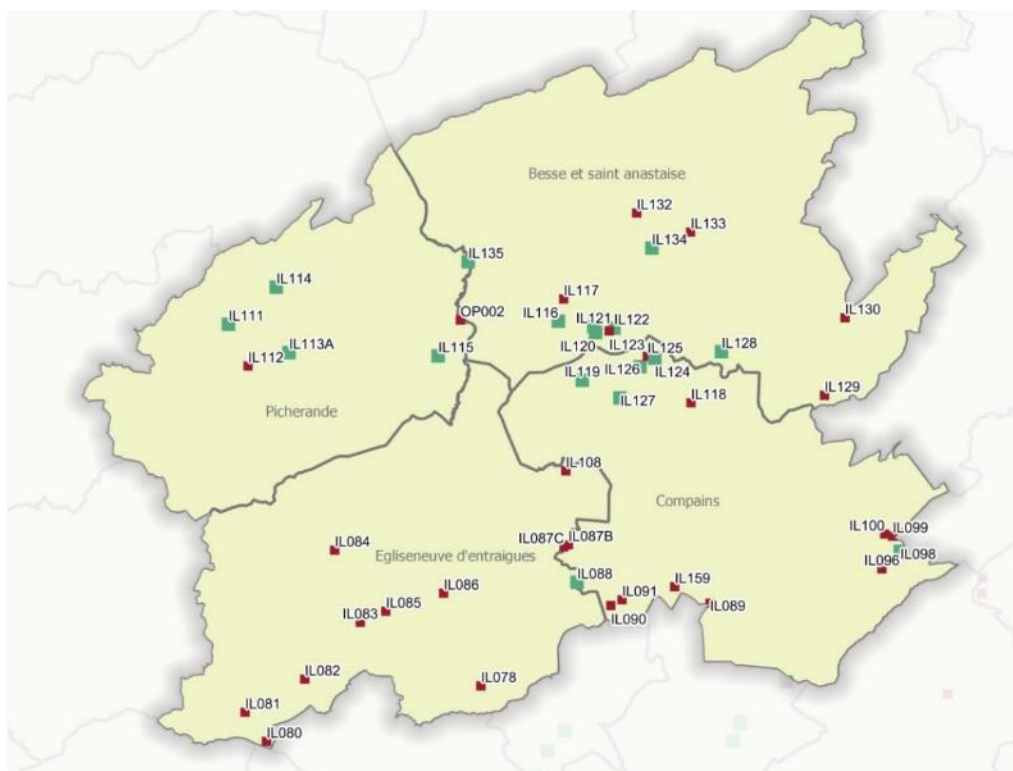
Si oui : ☐ Gouilles ☐ Fosses/fossés ☐ mare ☐ suintements
 Si oui - Type de recouvrement : ☐ ouvert ☐ semi-ouvert ☐ fermé
 Si oui - nombre de milieux estimés : _____
 et/ou surfaces favorables estimés : _____

Présence de l'espèce : _____
☐ Adulte : - nombre : _____ - M/F : _____
☐ Exuvie : - nombre : _____ - M/F : _____

Comportement : _____

Remarques (précision habitat, potentialité, support...) : _____

Annexe 2 : Stations prospectées lors de l'inventaire de *C. lunulatum* en 2014



BESSE ET SAINT ANASTAISE	IL121	Tourbière de la Liste	COMPAINS	IL088	Montagne de la Fage
	IL120	Caricaie de la Liste		IL098	Mares des Costelles
	IL116	Buron de la Banny		IL119	Etang de Jansene
	IL128	Lac de Bourdouze		IL127	Lac de Montcineyre
	IL135	Les Ribages		IL126	Lac de la plaine de Montcineyre
	IL134	Lac Estivadox		IL124	Escoufort haut est
	IL122	Lacou est de la Liste		IL097	Pré de l'Arbre
	IL129	Les Chomettes		IL090	Lac de Veisseyre bas
	IL123	Etang de la Liste		IL091	Lac de Veisseyre haut
	IL130	Le Bressou		IL159	Lac de la Chaumoune
	IL132			IL096	Lac des Bordes
	IL133			IL087B	Retenue de l'étang de la Fage
IL117		IL100	Costelles		
EGLISENEUVES D'ENTRAIGUES	IL080	Bellevue	PICHERANDE	IL099	Costelles
	IL082	La Pessade		IL125	Escoufort haut ouest
	IL078			IL089	Bas Picard
	IL085	La Manne		IL118	
	IL083	Etang d'Aulnay		IL115	Tourbière du Pont de Clamouze
	IL086	Lac d'Entraigues		IL114	La Listoune
	IL084	Charjoux		IL111	Les Scordiaux
	IL087C	Mare de l'étang de la Fage		IL113A	Tourbière de Gayme
	IL108	Lac de Chambedaze		OP002	Tourbière de la Barthe
	IL081	Lac de l'Esclauze		IL113B	Tourbière de Gayme
		IL112	Lac de Gayme		



SAINT SATURNIN	IL150	Lac de Serre	CHATEL SUR MURAT	IL055	Tourbière de Champagnac
	IL020	Buron de Gramont bas		IL067	Tourbière de Brujalène
	IL015	Pont de Soulages		IL157	Tourbière de Lapsou
	IL014	Buron de Pierre Fourchade	CHAVAGNAC	IL156	La Sagne
	IL065	Lestuades		IL152	Lac du Pécher
SAINT BONNET DE CONDAT	IL018	Buron de Mouliou		IL154	
	IL013	Les Cartairous		IL155	
	IL011	Sagne Redonde	DIENNE	IL153	Lac de Sauvages
	IL012	Les Suisses		IL059	Le Frau de Collanges
SEGUR LES VILLAS	IL049	La Gazelle		IL180	Buron de Ratouneyre
	IL151	Lac du Jolan	VIRARGUES	IL052	Terre Blanche
LANDEYRAT	IL147	Lechauffat Sud-Est	LAVEISSIERE	IL060	Plan d'eau Laveissiere
	IL016	Lechauffat Nord	CHALINARGUES	IL050	Premafont
	IL017	Lechauffat Est		IL068	
	IL146A	Tourbière de la Malmouche			
	IL019	Ancienne gare de Landeyrat			
	IL149				
	IL146B	Tourbiere de la Malmouche			
	IL008	Montagne de Rocherousse			
VERNOLS	IL022	Buron de Vernols			
	IL021	Empedignat			

Annexe 3 : Fiche station obtenue après la caractérisation de l'habitat

IL114 LA LISTOUNE	n_maille inventaire	850	Passage 1	10-juin	Présence certaine	ILA	0,20
			Passage 2	26-juin	Présence probable	ILA	0,23
			Passage 3	17-juil	Présence probable	ILA	0,10
			Bilan	PRESENT	Reproduction	certaine	195 ind.

Paramètres physico-chimique

Surface (m²)	5357,19
Périmètre (m)	368,70
% berge quasi-plane < 25°	62,12
% berge douce (25 - 45°)	37,88
% berge semi-abrupte (45 - 75°)	0
% Blocs	0
% Argilo-limoneux	67
% Debris végétaux	33
% Gravier	0
% Tourbe	0
Variation du niveau d'eau	1. Variation faible
Réseau hydrique	0. Non relié RH
conductivité (µS/cm)	31,2
pH	4,83
O2 dissous (mg/l)	4,79
Orthophosphate (mg/l)	0,36
Ammonium (mg/l)	0,11
Nitrate (mg/l)	0,7

Paramètres environnementaux

Perturbation humaine	0. relativement intouché
Pâturage	0. Mis en defens ou aucun

	Exuvies zygoptères	Exuvies anisoptères	
Passage 1	32	12	2,67
Passage 2	21	9	2,33
Passage 3	25	1	25,00
	78	22	3,55

Poissons	OUI	Tétard	OUI
----------	-----	--------	-----

	200m	500m
%urbain	0	1,3
%milieu ouvert	92,1	77,5
%milieu forestier	5,6	19,5
%milieu aquatique	2,3	1,7

Paramètres de description de la station

Berge

% strate herbacée	96,00
% strate arbustive	0,00
% strate arborée	4,00
% strate muscinale	0,00
% sol nu	0,00

Nombre de polygone dessiné	11	Hétérogénéité
Nombre de type de végétation	6	1,8333333

Surface en eau

% eau libre	0,00
% hydrophytes	45,70
% Hélophytes	54,30

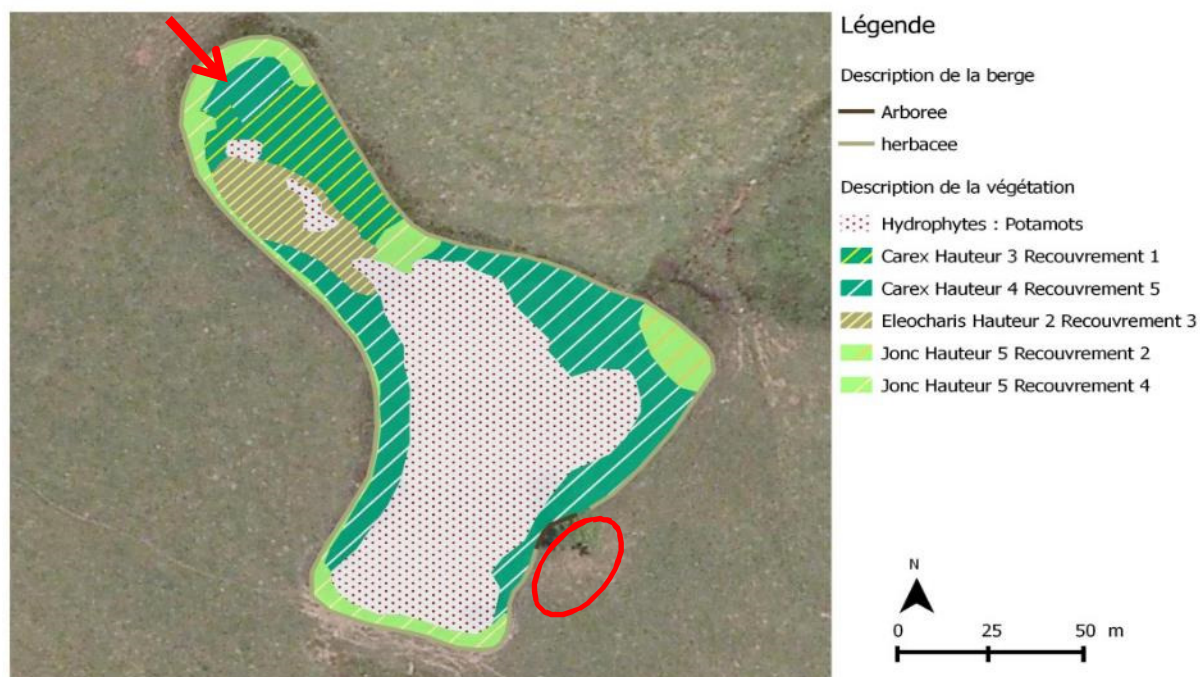
Type hydrophyte Potamots

Hélophytes

% Carex	35,15
% Prêle	0,00
% Joncs	12,50
% Eleocharis	6,66
%Phragmite	0,00
% Autre	0



Caractérisation de l'habitat des stations à *Coenagrion lunulatum* -
Exemple de résultats obtenus sur La Listoune (Code IL114)

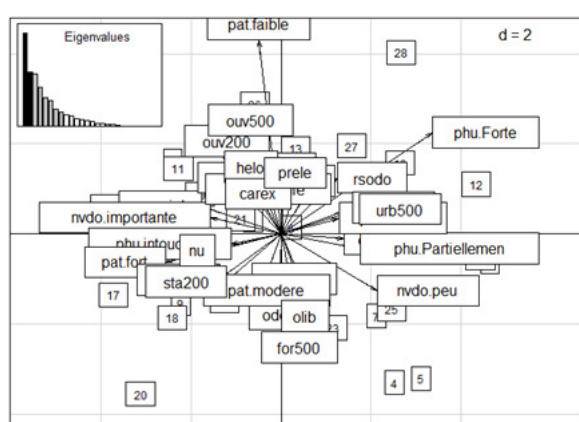


Annexe 4 : Détail des analyses statistiques effectuées pour la caractérisation des habitats

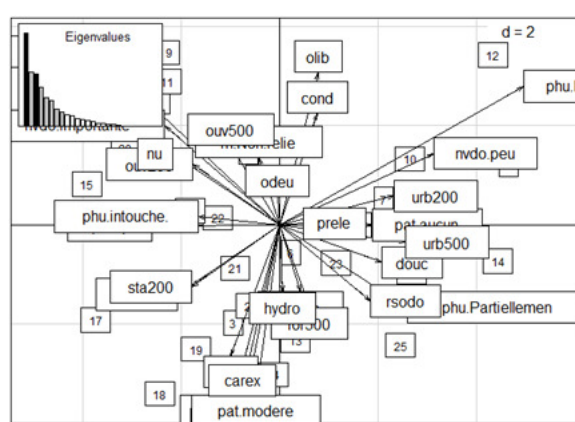
Choix et structuration des variables

Une fois le jeu de données saisi et vérifié (erreur de saisie, valeur aberrante, test de normalité), un premier tri a permis de conserver 53 variables sur les 56 totales, car les variables pour lesquelles il manquait au moins 50% des valeurs ont été enlevées (suite à des problèmes survenus sur le terrain comme le pH par exemple).

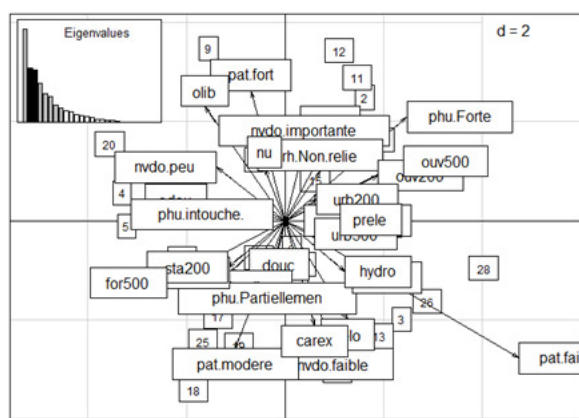
L'analyse finale de Hill & Smith a permis de sélectionner 14 variables sur les 53 initiales, en retenant les trois premiers axes. Ces trois axes expliquent plus de 51% de l'inertie totale du nuage de points. L'ajout d'axes supplémentaires n'apporte pas de nouvelles informations à l'analyse, ceux-ci n'étant fortement corrélés avec aucune des variables. Chacun des trois axes sélectionnés synthétise les variables déterminantes qui structurent le jeu de données.



Axe 1 et 2



Axe 1 et 3



Axe 2 et 3

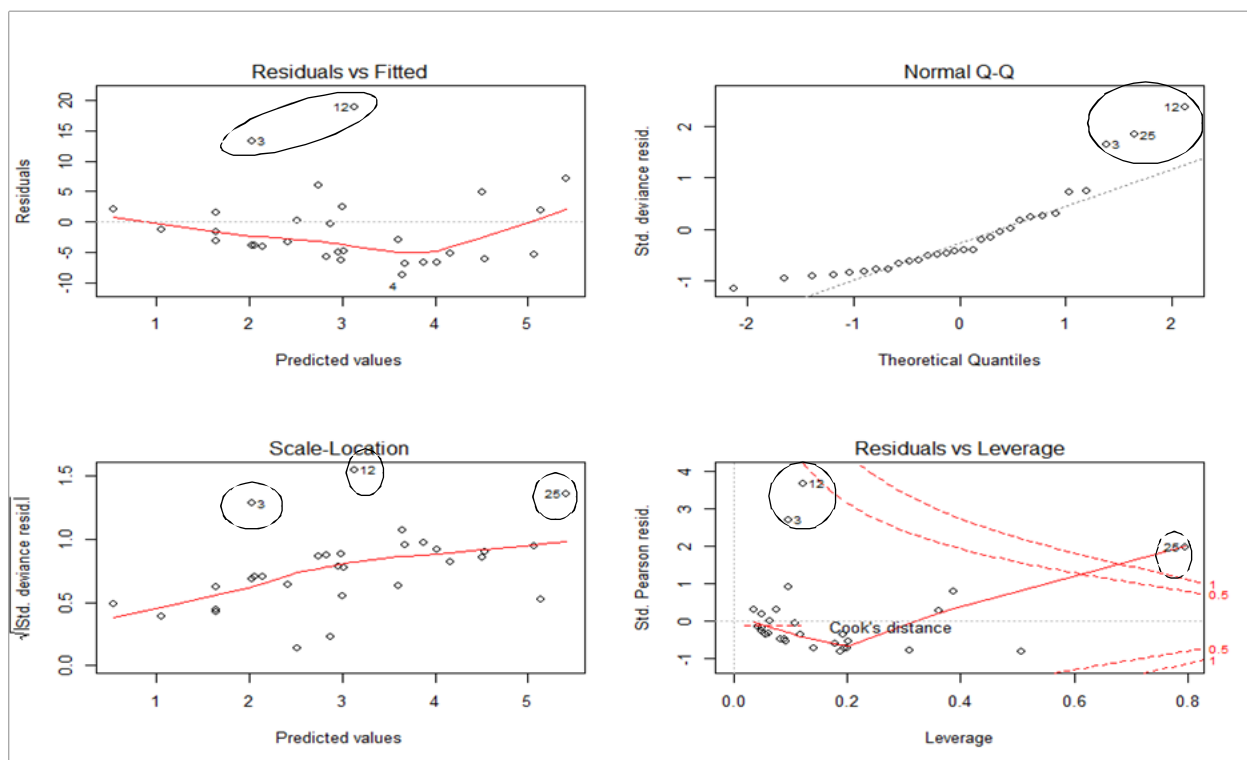
Graphiques : Cercles de corrélation de l'analyse de Hill & Smith

Certaines variables explicatives issues de la bibliographie (par exemple le recouvrement en hydrophytes, le nombre de *C. hastulatum*...) n'ont pas été identifiées comme significatives lors de l'analyse statistique de Hill & Smith. Afin d'évaluer s'il était pertinent de les prendre en compte dans la suite des analyses, elles ont été vérifiées graphiquement. Cela a été le cas pour trois variables comme le « recouvrement en hydrophytes ».

Procédure de sélection des modèles

Le modèle complet (modèle initial) pour chacune des trois variables à expliquer (présence : ETAT, reproduction observée : REPRO et abondance : NB) a été construit avec, au maximum, 17 variables explicatives (les 14 identifiés avec l'analyse de Hill & Smith + les 3 issues de la vérification graphique). Une sélection descendante a été réalisée pour choisir, s'il existe, le modèle le plus juste et le plus pertinent.

De plus, différents modèles ont été réalisés, en comparant les résultats des modèles pour les variables corrélées entre elles. Par exemple les variables « milieux ouverts environnants » et « milieux forestiers environnants » à 500 m et à 200 m sont corrélées entre elles, elles ont été testées chacune indépendamment dans des modèles séparés. Au final, c'est la variable avec le pouvoir explicatif le plus fort sur la variable réponse qui a été conservée pour le modèle final. Pour cette sélection, nous n'avons pas regardé les AIC seules, mais également les anovas inter-modèles, le comportement des résidus du modèle (variance, indépendance et normalité) et l'ajustement du modèle aux données (adéquation entre la loi annoncée et le modèle réalisé).



Graphiques : Résidus du modèle NB où la variable a expliqué le nombre d'individus comptés sur chaque station

Résultats des modèles

Résultats des trois modèles statistiques utilisés, avec trois variables à expliquer différentes (présence, reproduction et abondance de l'espèce), permettant de caractériser l'habitat de *C. lunulatum*.

Résumé du modèle REPRO	Variable	Estimations des paramètres	Ecart-type	t
Null deviance: 41,455 - 29 ddl	ahydro	3,939	1,9	0,0381 *
Residual deviance: 26,963 - 26 ddl	PoissonsOUI	-2,826	1,437	0,0493 *
AIC: 34,963	logpuella	1,662	1,313	0,2057

Résumé du modèle NB	Variable	Estimations des paramètres	Ecart-type	t
Null deviance: 2720,3 - 29 ddl	patmodere	-1,2263	0,6807	0,083705 .
Residual deviance: 1180,9 - 25 ddl	aarb	-2,4606	1,4098	0,093190 .
AIC: NA	afor	2,0106	0,9011	0,034865 *
	ahydro	3,0717	0,8161	0,000906 ***
Paramètre de dispersion : 73,01627				

Signification des codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 // afor : recouvrement des milieux forestiers environnants – Poissons : présence ou absence de poissons – ahydro : recouvrement d'hydrophytes – patmodere : intensité du paturage – logpuella : Nombre de *C. puella* compté (en log)-
aarb : Pourcentage de berge recouvert d'une strate arbustive et arborée

Le **modèle REPRO**, où nous considérons la reproduction avérée ou non sur chaque station, est une variable qui suit aussi une loi binomiale. Pour ce modèle il y a une significativité pour les deux variables *ahydro* et *poissonsOUI* ($p=0,05$), cette dernière qui est la présence de poissons sur une station. La variable *logpuella*, qui est le nombre total de *C. puella* comptés, n'est pas significative mais le modèle sans cette variable est moins pertinent :

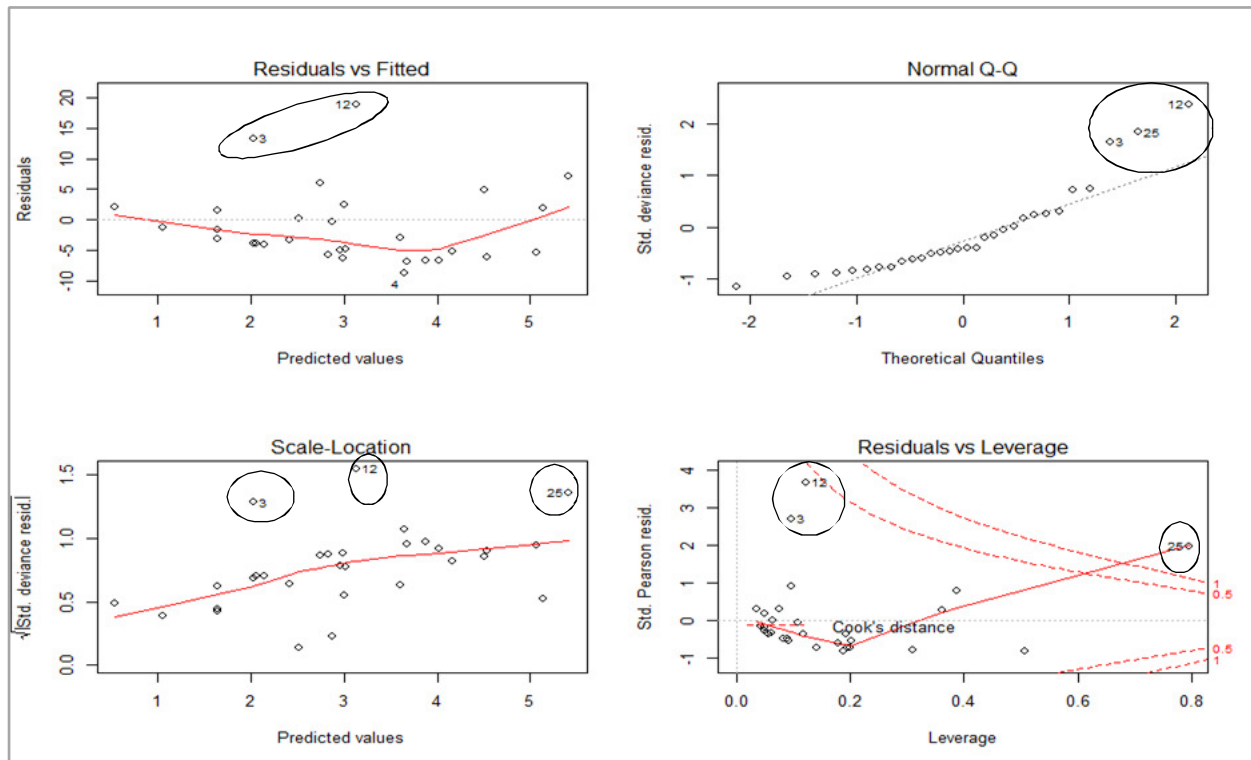
Modèle sans <i>log puella</i> (en rouge, ce qui est supérieur aux résultats du modèle retenu)	Null deviance: 41,455 - 29 ddl Residual deviance: 29,993 - 27 ddl	AIC: 35,6253	TEST t hydro : 0,0401 * Poissons OUI : 0,079.
--	--	--------------	--

Le **modèle NB**, représente l'abondance de *C. lunulatum* en terme de nombre total d'individus comptés, est une variable qui suit une loi de poisson . Donc le modèle a nécessité une correction avec une loi de quasi-poisson, car le modèle initial présentait une surdispersion (variance plus grande que la moyenne). Les variables *afor* et *ahydro* sont à nouveau significatives pour ce dernier modèle (à $p=0,05$ et $p=0,001$ respectivement). Ensuite une tendance apparait avec la variable *patmodere*, qui représente l'intensité du paturage sur une station.

Vérification des modèles et stations « aberrantes »

La vérification a été réalisée sur les trois modèles, mais seul le graphique des résidus du modèle NB (abondance de l'espèce) apparaît dans ce rapport (figure suivante). En effet l'analyse des résidus, en plus de vérifier la validité du modèle, apporte une information supplémentaire en regardant quelles sont les stations « hors normes », c'est-à-dire singulières par rapport aux autres.

Ce sont les points 3, 12 et 25 qui représentent les stations des Scordiaux, de Lechauffat et des Ribages.



Graphiques des résidus du modèle NB où la variable a expliqué le nombre d'individus comptés sur chaque station

Annexe 5 : Localisation des stations historiques





PRESERVATION DE L'AGRION A LUNULES SUR LE CÉZALLIER ET LES MONTS DORE

Le Syndicat mixte du Parc des Volcans d'Auvergne s'est engagé dans une politique active en faveur de la conservation de la faune et de la flore menacées de son territoire. Une espèce en particulier fait l'objet de toutes les attentions : l'Agrion à lunules.

L'Agrion à lunules est une petite libellule très discrète qui vit dans les mares, les étangs et les tourbières de moyenne montagne.

L'espèce, très rare en France, est présente uniquement dans le Massif central. Le territoire du Parc des Volcans accueille la grande majorité des stations connues à ce jour.



© Ody/SFO - PNA (2014)



Mâle et femelle d'Agrion à lunules

L'Agrion à lunules présente un fort intérêt patrimonial. Pour cette raison, le Parc a engagé un programme d'action spécifique afin de mieux connaître et préserver cette libellule.

L'objectif en 2014 était de recenser dans le Cézaillier et les Monts Dore tous les sites où l'espèce est présente, puis de préciser dans quel type de milieux elle se reproduit.

➤ Résultats 2014 :

109 sites inventoriés sur Cézaillier/Monts Dore

39 sites où l'Agrion à lunules est présent

11 nouveaux sites découverts

Les mares d'estives et les étangs de moyenne montagne sont les milieux préférentiels de l'espèce.

Les plans d'eau doivent être recouverts d'une végétation aquatique abondante.

➤ Et chez vous ?

Les inventaires réalisés en 2014 ont révélé que l'étang des Ribages est riche de 11 espèces de libellules :

La Cordulie bronzée, l'Agrion jouvencelle, l'Agrion hasté, l'Agrion porte-coupe, la Libellule à quatre tâches, la Libellule déprimée, la Naïade aux yeux rouges, la Petite nymphe à corps de feu, l'Anax empereur, l'Aesche grande et l'Agrion à lunules.



Cordulie bronzée



Libellule à quatre tâches



Anax empereur



Agrion hasté

La présence de nombreuses libellules dans une zone humide témoigne de sa **bonne santé**. Ces milieux procurent un ensemble de services gratuits à la société :

- > **amélioration de la qualité de l'eau** du bassin versant (filtration naturelle)
- > **pérennité de la ressource en eau** (réserves, limitation des crues)
- > **réservoir de biodiversité** (faune et flore)

Une mare en **mauvais état** s'identifie par des berges piétinées, enrochées, l'absence de végétation aquatique, son comblement ou assèchement ou encore la présence de déchets et des traces de rejets organiques.

C'est un **milieu sans vie** !

Mare en mauvais état



Mare favorable aux libellules

Pour agir en faveur des libellules sur votre parcelle, quelques recommandations simples

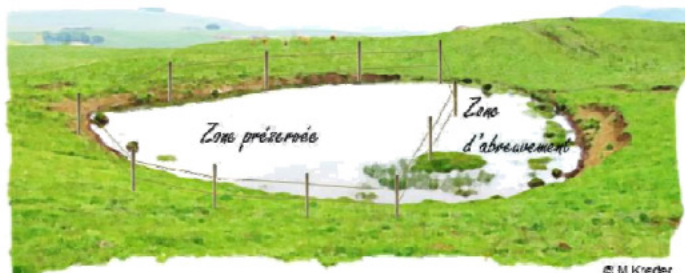
- > Limiter le piétinement du bétail
- > Entretenir la végétation des mares de manière raisonnée (pas de faucardage, pas d'herbicides)
- > Maintenir une bande de 5 mètres minimum autour des zones humides sans engrais ni pesticides
- > Eviter l'empoisonnement excessif
- > Ne pas vermifuger le bétail juste avant l'entrée dans la parcelle
- > Préférer des travaux d'aménagements légers réalisés en plusieurs fois plutôt qu'un seul très impactant
- > Ne pas enrocher les berges
- > Ne pas drainer ou remblayer les zones humides

Exemple d'action : la mise en défens partielle d'une mare d'estive

Poser des clôtures sur une partie de la mare permet un **accès au bétail** tout en protégeant les berges du piétinement.

Une **rotation annuelle** de la zone d'abreuvement permet de conserver un milieu ouvert grâce à l'action du pâturage sur la végétation.

Ces travaux peuvent bénéficier d'**aides financières** en fonction des sites.



© M. KREDER

Contact : Lionel PONT
Syndicat mixte du Parc des Volcans
lpont@parcdesvolcans.fr - 04.73.65.64.00

Rédaction : KREDER Marine & PONT Lionel
Crédits photographiques : KREDER Marine,
BOURRIE Fanny, PONT Lionel

Plan National d'Actions
en faveur des Odonates

Auvergne
la région juste et grande

Partenaires techniques et financiers

AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTRE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

agence de l'eau
Loire-Bretagne

Annexe 7 : Proposition de suivi à long terme de *C. lunulatum* sur le Cézallier et les Monts Dore

Protocole

Les prospections sont à réaliser **1 fois en 5 ans** sur les 15 sites sélectionnées, en suivant le protocole établi en 2014 :

- réaliser 3 passages/ station de fin mai à mi-juillet (lors de conditions météorologiques favorables),
- suivre le bord de la berge à allure constante au maximum pendant 30 min,
- relever les effectifs précis, sexe, stade, comportement,
- noter les autres espèces observées (composition spécifique + densité).

En complément aux prospections, il est nécessaire de caractériser à nouveau l'habitat pour permettre une comparaison plus fine entre les années et (notamment les paramètres environnants et les caractéristiques de l'habitat – cf protocole habitat rapport étude 2014).

Sites sélectionnés

15 sites ont été sélectionnés aléatoirement, grâce au logiciel de cartographie Qgis 2.4, parmi les 30 sites échantillonnés en 2014. La liste des sites est présentée dans le tableau et la carte suivante.

Nom	X I93	Y I93	Effectif 2014	Preuve d'autochtonie	Code 2014
Tourbière de la Liste	690914.148144	6486212.536312	2	non	IL121
Lacou est de la Liste	691398.343362	6486179.818539	40	oui	IL122
Lac de la Plaine de Montcineyre	692016.800301	6485259.379688	14	oui	IL126
L'Inclavade	686475.987651	6471675.217669	10	oui	IL142
Etang de Jansène	690639.111357	6484937.590724	32	oui	IL119
Escoufort haut ouest	692193.847519	6485501.649964	2	non	IL125
La Borie haute	689798.15966	6476101.461104	141	oui	IL076
Lechauffat Est	688930.143995	6464308.778586	68	oui	IL017
Etang d'Aulnay	685324.681721	6479185.00081	0	non	IL083
Pré de l'Arbre	698214.687923	6480870.708962	20	oui	IL098
Buron de la Banny	690069.780129	6486343.172506	45	oui	IL116
Tourbière de la Plaine Jacquot	695501.249365	6477740.368243	5	oui	IL073B
Montagne de la Fage	690506.46922	6480127.40304	1	non	IL088
Retenue des Chabaudes	696521.300058	6471153.872124	13	oui	IL144
Buron de Tioulouse haut	696648.220542	6470342.25506	16	oui	IL005

Programmation prévisionnel

Il est proposé de planifier le suivi global sur 5 ans et de réaliser les prospections sur deux années afin de répartir la durée du suivi.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Prospection				X 2 j	X 1,5j				X 2 j	X 1,5j
Caractérisation habitat				X 3j	X 1,5j				X 3j	X 1,5jj
Analyse & rédaction					X 2j					X 2j
Total					10j					10 j

La répartition des sites pourrait être faite ainsi, en fonction de la localisation et l'éloignement des sites entre eux :

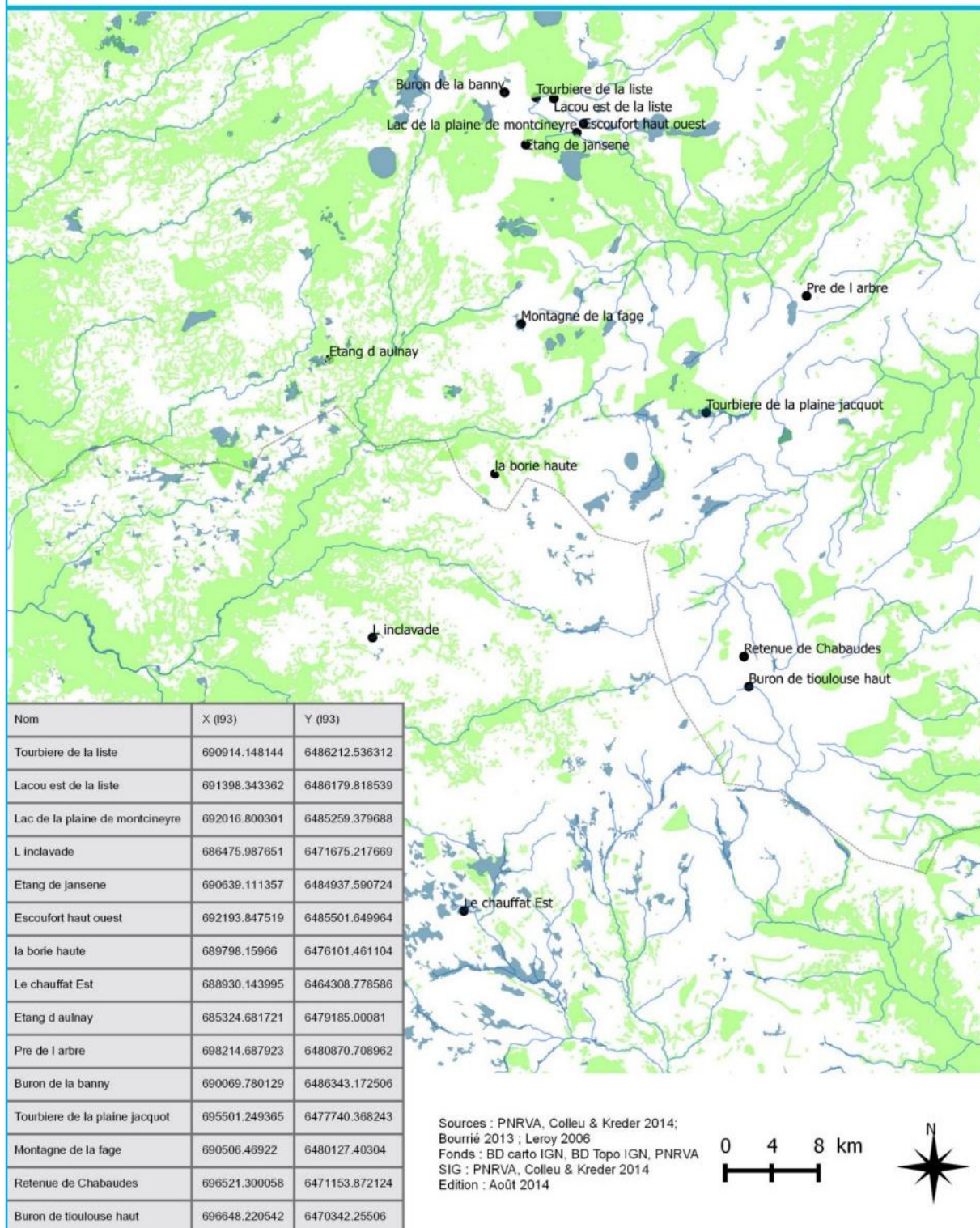
Année A (5 j)

Tourbière de la Liste
 Lacou est de la Liste
 Lac de la Plaine de Montcineyre
 Etang de Jansène
 Escoufort haut ouest
 Etang d'Aulnay
 Pre de l'Arbre
 Buron de la Banny
 Tourbière de la Plaine Jacquot
 Montagne de la Fage

Année B (3 j)

Retenue des Chabaudes
 Buron de Tioulouse haut
 La Borie haute
 Lechauffat Est
 L'Inclavade

Localisation des sites retenus



RÉSUMÉ

Mots clés: *Coenagrion lunulatum*, habitat, répartition, Auvergne, conservation, écologie

C. lunulatum est une espèce rare et discrète qu'on ne retrouve que dans le Massif Central en France. L'Auvergne, et en particulier le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, abrite la majorité de sa population et porte ainsi la responsabilité de sa protection. L'étude de 2014 vise à améliorer les connaissances sur l'habitat et la répartition de cette espèce patrimoniale dans les régions du Cézallier et des Monts Dore. Les prospections ont permis de recenser 39 stations dont 9 n'étaient pas encore connues. La répartition sur notre zone d'étude montre une population morcelée, mais sans discontinuité paysagère prononcée. Ainsi en fonction des capacités de déplacement de l'espèce, des échanges entre certaines populations pourraient être théoriquement possible. Les résultats de la caractérisation de l'habitat mettent en avant l'importance de la présence d'hydrophytes sur une station, mais aussi de berges ensoleillées, d'un pâturage faible et d'absence de poissons. Une stratégie de conservation efficace de *C. lunulatum* passe, d'une part, par des actions de conservation à l'échelle de la station avec la mise en place de mesures de gestion concrètes et directes sur la population, et d'autre part, en préservant un continuum de sites potentiellement favorables entre les différentes populations permettant la pérennisation de la population à long terme.

Key words: *Coenagrion lunulatum*, habitat, distribution, Auvergne, conservation, ecology

C. lunulatum is a rare and discreet species found only in the French Massif Central. Its habitat is mainly comprised in the region of Auvergne, more specifically in the territory of the Volcans d'Auvergne Natural Regional Park, which is the entity responsible for the protection and preservation of this species. The study of 2014 aims at improving the knowledge of the habitat and distribution of this species. Surveys have identified 39 stations, whose 9 were not yet known. The analysis of the species' distribution shows a fragmented population, however without landscape discontinuity. Thus, according to the displacement abilities of the species, exchanges between different populations are hypothetically possible. The results of habitat characterization show the importance of the presence of emergent plants, but also highlights the importance of sunny banks, low intensity of pasture as well as the absence of fishes. A strategy of effective preservation of *C. lunulatum* will consist, on one hand, in the implementation of concrete and direct population management measures at the site scale and, on the other hand, by protecting a continuum of potentially favourable sites to different populations and thus allowing for the establishment of a sustainable population.