

**Suivi des populations de *Coenagrion lunulatum* et *Leucorrhinia dubia*
du Parc Naturel Régional Livradois-Forez
2018-2019**

-

Second volet du Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates en Livradois-Forez

Thibaut DELSINNE
(SHNAO)



Etude écologique financée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le FEDER Auvergne, réalisée par la Société d'Histoire Naturelle Alcide-d'Orbigny pour le compte du Parc Naturel Régional Livradois-Forez dans le cadre du Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates.



Etude réalisée par la Société d'histoire naturelle Alcide-d'Orbigny (SHNAO)
57, rue de Gergovie
63170 AUBIERE
www.shnao.eu

Financier : Agence de l'Eau Loire-Bretagne ; FEDER Auvergne.

Commanditaire : Parc Naturel Régional Livradois-Forez. *Personne de contact* : Nathanaël Lefebvre.

Remarque : Les suivis présentés dans ce rapport s'inscrivent à la suite d'une étude sur la répartition et l'état des populations de *Somatochlora arctica*, *Leucorrhinia dubia* et *Coenagrion lunulatum* en 2014/2015 – 1^{er} volet du Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates en Livradois-Forez (Barbarin & Lefebvre, 2016).

Rédaction et mise en page : Thibaut Delsinne (SHNAO)

Prospections de terrain : Thibaut Delsinne.

Identifications : Thibaut Delsinne, avec la participation de Dany Tebbani (stagiaire SHNAO) pour l'identification et le sexage des exuvies 2018.

Crédit photographique : Toutes les photos fournies dans ce rapport ont été réalisées par Thibaut Delsinne (SHNAO), sauf mention contraire. Elles ont toutes été réalisées lors des prospections effectuées dans le cadre de cette étude, sauf mention contraire. Elles sont la propriété de leurs auteurs et sont donc soumises au Copy Right et toutes reproductions sont interdites sauf autorisation de leurs auteurs.

Illustration de couverture : Femelle émergente de *Leucorrhinia dubia* et son exuvie [Balayoux, 02.vii.19], cœur copulatoire de *Coenagrion lunulatum* [Etang de la Fargette, 02.vi.18].

Citation conseillée :

Delsinne T. 2019. *Suivi des populations de Coenagrion lunulatum et Leucorrhinia dubia du Parc Naturel Régional Livradois-Forez 2018-2019. - Second volet du Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates en Livradois-Forez*. Rapport réalisé par la Société d'Histoire Naturelle Alcide-d'Orbigny pour le Parc Naturel Régional Livradois-Forez (PNRLF). 262 pp.

TABLE DES MATIERES

RESUME	6
INTRODUCTION	8
1. Contexte de l'étude	8
a. Les Odonates	8
b. Plan National d'Actions (PNA) en faveur des Odonates	9
c. L'Agrion à lunules et la Leucorrhine douteuse dans le PNRLF	10
2. Objectifs de l'étude	11
PRESENTATION DES ESPECES CIBLES	15
1. L'Agrion à lunules - <i>Coenagrion lunulatum</i>	15
a. Taxonomie et phylogénie	15
b. Morphologie	16
c. Ecologie	20
d. Répartition	24
e. Statut de conservation	27
2. La Leucorrhine douteuse - <i>Leucorhinia dubia</i>	29
a. Taxonomie et phylogénie	29
b. Morphologie	30
c. Ecologie	34
d. Répartition	44
e. Statut de conservation	46
METHODOLOGIE	47
1. Sites d'étude	47
a. Sites de suivi de l'Agrion à lunules	48
b. Sites prospectés pour l'Agrion à lunules	52
c. Sites de suivi de la Leucorrhine douteuse	55
2. Méthodes d'échantillonnage	57
a. Imagos	57
b. Exuvies	58
c. Larves	59
3. Dates des prospections	60
4. Conditions météorologiques	60
5. Variables environnementales	61
6. Identification et photographie des exuvies	62
7. Appréciation de la patrimonialité des espèces	64
RESULTATS - 1 ^{ère} partie : Observations générales	66
1. Espèces observées	66
2. Statuts de conservation des espèces observées	100
3. Cortèges biogéographiques	102
4. Groupes écologiques	103
RESULTATS - 2 ^{ème} partie : <i>Coenagrion lunulatum</i>	104
1. Suivi de l'espèce à l'Etang de la Fargette (Saint-Germain-l'Herm)	104
a. Conditions météorologiques lors des prospections	104
b. Description du site	104
c. Libellules observées et citations issues de la bibliographie	110
d. Utilisation du site par l'Agrion à lunules	111
2. Suivi de l'espèce à la RNR du Lac de Malaguet (Monlet, Sembadel, Félines)	113
a. Conditions météorologiques lors des prospections	113
b. Description du site	113

c.	Libellules observées et citations issues de la bibliographie	120
RESULTATS – 3 ^{ème}	partie : Prospections de <i>Coenagrion lunulatum</i> dans le Livradois	123
1.	Résultats principaux.....	123
2.	Commune de Fournols	124
a.	Marlianges	125
b.	Espinasse	126
c.	Moulin-Rouge	127
d.	Bois des Sucs.....	128
e.	La Colombière (Nord et Sud).....	130
f.	Fournols – Etangs du bourg.....	133
g.	Le Forestier (Nord et Sud).....	133
3.	Commune de Chambon-sur-Dolore	134
a.	Le Grenouiller	135
b.	Le Moulin du Mas	137
c.	Le Clos et La Plaine	139
4.	Commune de Saint-Germain-l’Herm.....	140
a.	Les Prés du Pommerel.....	141
b.	Etang du bourg	143
c.	Lallabert.....	144
d.	Le Pin	145
5.	Commune de Saint-Bonnet-le-Bourg.....	147
a.	Etang de Marchaud.....	148
b.	La Grange	155
6.	Commune de Novacelles	156
a.	Le Redondet	156
7.	Commune d’Arlanc.....	157
a.	La Tuilerie	157
8.	Commune de Doranges.....	159
a.	Le Boucheron	160
b.	Losfouroux	161
9.	Commune de La Chapelle-Geneste.....	163
a.	Station d’épuration	163
10.	Commune de Cistrières	165
a.	Les Champetières	165
b.	Trapoutin	167
c.	Bourg.....	168
11.	Commune de la Chaise-Dieu.....	169
a.	Plan d’eau de la Tour.....	169
b.	Etang des Prades.....	171
c.	Lorme	176
12.	Commune de Saint-Victor-sur Arlanc	178
a.	Courbevaise	178
b.	Ramel (petit étang)	179
c.	Ramel (grand étang)	181
d.	Fareyre.....	182
13.	Commune de Jullianges.....	184
a.	Bourg.....	184
b.	Pressac	186
14.	Commune de Berbezit	187
a.	Etang de Berbezit	187
b.	Le Poux.....	190
15.	Commune de Félines	191

a.	Almance.....	192
b.	Etang du Bois Noir	193
c.	Vacheresse.....	195
	RESULTATS - 4 ^{ème} partie : <i>Leucorrhinia dubia</i>	198
1.	Suivi de l'espèce à Balayoux	198
a.	Conditions météorologiques lors des prospections	198
b.	Description du site.....	198
c.	Libellules observées	202
d.	Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse.....	203
2.	Suivi de l'espèce à Baracuchet.....	203
a.	Conditions météorologiques lors des prospections	203
b.	Description du site.....	203
c.	Libellules observées	208
d.	Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse.....	209
3.	Suivi de l'espèce à Pradoux	210
a.	Conditions météorologiques lors des prospections	210
b.	Description du site et utilisation par les libellules.....	210
c.	Libellules observées	219
d.	Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse.....	219
4.	Suivi de l'espèce à Pialoux	221
a.	Conditions météorologiques lors des prospections	221
b.	Description du site.....	221
c.	Libellules observées	227
	DISCUSSION	228
1.	L'Agrion à lunules, <i>Coenagrion lunulatum</i>	228
2.	La Leucorrhine douteuse, <i>Leucorrhinia dubia</i>	229
3.	Autres espèces et observations remarquables	232
a.	Amélioration des connaissances sur les odonates du Livradois-Forez	232
b.	La Chlorocordulie arctique, <i>Somatochlora arctica</i>	232
c.	L'Agrion hasté, <i>Coenagrion hastulatum</i>	233
4.	Menaces identifiées.....	234
5.	Préconisations de gestion.....	234
6.	Conclusion	237
	BIBLIOGRAPHIE	238
	GLOSSAIRE.....	244
	ANNEXES	248
1.	Conditions météorologiques en mai-août 2018 et mai-août 2019.	249
2.	Fiche de terrain utilisée lors des prospections	253
3.	Distribution en Auvergne des espèces d'odonates contactées	256
4.	Mandat PNRLF.....	262

RESUME

L'Agrion à lunules, *Coenagrion lunulatum*, et la Leucorrhine douteuse, *Leucorrhinia dubia*, sont deux espèces de libellules liées aux milieux tourbeux d'altitude. La première se reproduit dans des étangs pauvres en poissons et possédant une couverture d'hydrophytes importante ainsi que des ceintures d'hélophytes développées. La seconde se reproduit chez nous dans des hauts-marais où se trouvent des fosses de tourbage inondées de façon continue, avec une préférence pour celles qui sont partiellement recolonisées par les sphaignes.

Les bastions nationaux des populations de ces deux espèces sont en Auvergne et elles possèdent toutes deux un statut de conservation défavorable à l'échelle régionale et nationale. La région a donc une responsabilité forte vis-à-vis de leur conservation.

Dans le cadre du Plan Régional d'Actions (PRA) en faveur des odonates, et suite à l'identification des stations de *Coenagrion lunulatum* et de *Leucorrhinia dubia* au sein du Parc Naturel Régional Livradois-Forez, un suivi des populations de ces deux espèces a été réalisé en 2018 et 2019.

Nous avons ainsi effectué les tâches suivantes:

- A. Suivi 2018 et 2019 des deux sites connus de *C. lunulatum* (Etang de la Fargette et Lac de Malaguet), avec un minimum de 3 passages par an.
- B. Suivi 2018 et 2019 des trois sites de reproduction connus de *L. dubia* (tourbières de Balayoux, Baracuchet et Pradoux). La tourbière de Pialoux a également été prospectée mais sans découvrir l'espèce. A nouveau, un minimum de 3 passages par an a été effectué.
- C. Prospection ou discussion de 38 sites potentiels à *C. lunulatum* dans la poursuite de l'effort initié au cours du 1^{er} volet du PRA.
- D. Proposition de mesures de gestion conservatoire.

Au total, 515 données d'occurrence (présence) d'imagos ont été cumulées, concernant 44 espèces de libellules. Par ailleurs, 2523 exuvies ont été collectées appartenant à 13 espèces d'Anisoptères, dont 71% (1798) à *L. dubia*. Les espèces de libellules les plus fréquemment observées étaient *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum* et *Platycnemis pennipes* pour les Zygoptères, et *Libellula quadrimaculata*, *Cordulia aenea* et *Anax imperator* pour les Anisoptères.

Nos prospections ont confirmé la présence d'une population viable et reproductrice de *Coenagrion lunulatum* à l'Etang de la Fargette, avec plusieurs dizaines de mâles (≥ 80) et des tandems observés au moment du pic de la période de vol. En revanche, l'espèce n'a pas été retrouvée au Lac de Malaguet. En 2018, nos prospections dans le Livradois ont permis la découverte de l'espèce sur une nouvelle station, l'étang de Marchaud, avec 2 à 4 mâles observés mais sans preuve d'autochtonie. Il est vraisemblable qu'il s'agissait d'une colonisation récente par des individus en dispersion depuis la Fargette, située à 3,5 km de Marchaud. En 2019, l'étang était en assec et l'espèce n'y a pas été retrouvée.

Les suivis effectués en 2018 et 2019 sur les trois tourbières à *L. dubia* confirment la présence de l'espèce et sa bonne reproduction (observation de tandems, pontes, larves, exuvies). L'ordre de grandeur du nombre de mâles territoriaux sur chaque tourbière ne semble pas varier fortement (quelques dizaines au plus observées lors d'un passage). En revanche, la collecte des exuvies met en évidence des différences de productivité :

- Balayoux : 1036 exuvies,

- Baracuchet : 500 exuvies,
- Pradoux : 262 exuvies.

Celles-ci s'expliquent au moins en partie par la présence plus ou moins importante de sphaignes émergées et immergées en périphérie des gouilles utilisées par l'espèce. A Pradoux, la cicatrisation des fosses est presque totale et il est vraisemblable que l'attrait de cette tourbière est en déclin.

Nos prospections ont également permis d'améliorer les connaissances sur la distribution de plusieurs espèces peu connues du Livradois ou du Forez et nos données suggèrent une expansion d'aire altitudinale d'espèces d'affinité méditerranéenne telles que *Coenagrion scitulum*, *Anax parthenope* et *Sympetrum fonscolombii*. En outre, de nouvelles stations ont été découvertes pour certaines espèces patrimoniales comme *Sympetrum danae*, *Sympetrum flaveolum*, et surtout, *Somatochlora arctica*. En effet, la collecte d'exuvies a permis de démontrer l'importance des tourbières de Pradoux et de Pialoux pour la reproduction de cette dernière espèce. Inversement, nos observations indiquent que *Coenagrion hastulatum* est rare et devrait faire l'objet d'actions de conservation.

Les principales menaces identifiées pour *Coenagrion lunulatum* sont :

- Isolement de la seule population pérenne connue dans le Livradois (Etang de la Fargette).
- Manque de sites possédant les habitats indispensables à l'espèce.
- Gestion piscicole intensive des étangs et ses conséquences (disparition des hydrophytes et héliophytes, prédation excessive, etc.).

En ce qui concerne *Leucorrhinia dubia*, les principales menaces identifiées sont :

- Faible nombre de stations dans le Forez auvergnat.
- Faible nombre de gouilles favorables au sein d'une même station.
- Isolement relatif des stations, ne favorisant pas l'échange d'individus et un fonctionnement sous forme de métapopulation viable.
- Evolution défavorable des gouilles à Pradoux (fermeture et atterrissement des fosses de tourbage via la recolonisation par les sphaignes).

Dans le but de lutter contre ces menaces, nous préconisons de :

- (1) Veiller à conserver les sites actuels et leur intégrité.
 - (2) Informer et sensibiliser l'ensemble des acteurs liés à l'eau (politiques, propriétaires d'étangs et de tourbières, gestionnaires, usagers dont pêcheurs...) sur la problématique de ces espèces et des libellules en général.
 - (3) Augmenter le nombre de stations susceptibles d'accueillir ces espèces. Pour *Coenagrion lunulatum*, cela suppose principalement la mise en place d'un réseau d'étangs possédant au plus une charge légère et des populations de poissons écologiquement équilibrées, accompagnée d'un régime de mise en assec prudent. Pour *Leucorrhinia dubia*, cela passe par la création de nouvelles fosses de tourbage à des distances stratégiques permettant, entre autres, des échanges d'individus réguliers entre stations existantes.
 - (4) Augmenter le nombre de gouilles favorables à *L. dubia* au sein des trois tourbières qui l'hébergent actuellement.
 - (5) Contrôler les populations et l'efficacité des opérations de restauration ou de création d'habitats par le biais d'un suivi odonatologique régulier.
-

INTRODUCTION

1. Contexte de l'étude

a. Les Odonates

Les libellules sont des insectes appartenant à l'ordre des Odonata. Ils se caractérisent, entre autres, par leur corps allongé et gracile, la présence de deux paires d'ailes à la nervation complexe, des yeux composés fort développés et des antennes très courtes. Par ailleurs, ce sont les seuls insectes à avoir des muscles faisant directement se déplacer les ailes, ce qui permet un vol puissant et d'une grande manoeuvrabilité à l'aide de mouvements indépendants des ailes antérieures et postérieures (chez les autres insectes, les muscles liés au vol sont attachés au thorax et c'est le déplacement de celui-ci qui, indirectement, fait bouger les ailes). Les mâles possèdent aussi des structures copulatoires modifiées, entraînant notamment des appariements sous forme de « tandems » puis de « cœurs copulatoires ». Enfin, les larves sont caractérisées par la présence d'un masque labial préhensile (Grimaldi & Engel, 2005). On distingue deux principaux sous-ordres : les Zygoptères (les légères « demoiselles » dont les ailes au repos se replient en arrière du thorax) et les Anisoptères (insectes souvent de grande taille et aux ailes maintenues perpendiculairement au corps ou inclinées vers le bas lorsque l'insecte est posé).

L'ordre des Odonates comprend environ 6000 espèces à travers le monde (Dijkstra *et al.*, 2013) dont 143 se rencontrent en Europe (Boudot & Kalkman, 2015), 87 en France (Grand & Boudot, 2006) et 75 en Auvergne (G.O.A., 2017). Les libellules sont des insectes hémimétaboles : c'est-à-dire que leur cycle de vie est dépendant de deux types d'habitats très différents. En effet, toutes les espèces sont aquatiques à l'état larvaire et terrestres à l'état adulte. Les habitats aquatiques utilisés sont variés : eaux stagnantes à courantes, saumâtres à douces, acides à basiques, oligotrophes à eutrophes, plans d'eau de taille et de profondeur variables, allant de la flaque au lac, etc. Les espèces peuvent être généralistes, exploitant différents types d'habitats, ou au contraire, spécialisées à des degrés variés. Lorsqu'elles quittent le milieu aquatique, les libellules effectuent une dernière mue, sans passer par un stade immobile (ce sont des insectes hétérométaboles). La peau larvaire que l'insecte laisse alors derrière lui est appelée exuvie.

Les larves et les adultes de toutes les espèces sont des prédateurs. Les adultes ont une activité diurne ou, plus rarement, crépusculaire. L'activité des larves est variable (diurne, nocturne ou les deux) et peut être fonction de différents facteurs dont la présence de prédateurs.

En raison de la dualité de leur cycle de vie (aquatique/terrestre), de leur position clé dans les réseaux trophiques (prédateurs/proies) (May, 2019), de leurs exigences écologiques variées et bien étudiées (espèces euryèces/sténoèces), de leur détection et identification relativement aisées (insectes voyants, de grande taille ; nombre d'espèces abordable), de leur réponse rapide aux modifications du milieu (qu'il s'agisse d'une dégradation ou d'une amélioration), et de leur sensibilité vis-à-vis des changements climatiques (e.g. expansion d'aire de répartition), les libellules sont devenus un modèle de choix pour l'évaluation et le suivi biologique des habitats aquatiques (Oertli, 2008 ; Simaika & Samways, 2008).

En outre, les libellules peuvent constituer la cible de programmes de connaissance et de conservation (Samways, 2008 ; Kalkman *et al.*, 2018) car on estime qu'une espèce sur dix est menacée d'extinction dans le monde (Clausnitzer *et al.*, 2009), 1 sur 7 en Europe (Kalkman *et al.*, 2010) et 1 sur 3 en Auvergne (G.O.A., 2017). Cela est dû notamment au mauvais état généralisé des

habitats d'eau douce (Reid *et al.*, 2019). Par exemple, on estime qu'en France 67% de la surface des habitats humides ont disparu au cours du siècle dernier (Pedro Silva *et al.*, 2007). La destruction et la dégradation de ces habitats constituent ainsi la principale menace pour les libellules, mais l'introduction d'espèces allochtones (poissons, écrevisses, plantes aquatiques envahissantes, etc.), l'eutrophisation, l'acidification et la contamination de l'eau par les activités anthropiques, ainsi que les changements climatiques globaux, contribuent au déclin observé (Hassall & Thompson, 2008 ; Pelozuelo *et al.*, 2016 ; TEMAAT *et al.*, 2019). Malgré tout, la situation semble s'améliorer, au moins dans certaines régions, grâce à des projets de restauration de milieux aquatiques et à l'amélioration globale des qualités physico-chimiques de l'eau (Pedro Silva *et al.*, 2007 ; TEMAAT *et al.*, 2019). Par ailleurs, les libellules font, en France, l'objet d'un Plan National d'Actions (Dupont, 2010), décliné à l'échelle de l'ex-région Auvergne (Soissons *et al.*, 2016).

b. Plan National d'Actions (PNA) en faveur des Odonates

Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) sont « *des outils stratégiques opérationnels qui visent à assurer la conservation ou le rétablissement dans un état de conservation favorable d'espèces de faune et de flore sauvages menacées ou faisant l'objet d'un intérêt particulier. Cet outil est mobilisé lorsque les autres politiques publiques environnementales et sectorielles incluant les outils réglementaires de protection de la nature sont jugées insuffisantes pour aboutir à cet objectif* »¹.

Ces outils ont une reconnaissance législative depuis les Grenelles Environnement I et II et viennent en complément de la réglementation et en appui de politiques nationales, européennes et internationales concernant certaines espèces et leurs habitats.

Les PNA ont trois objectifs principaux :

- l'organisation d'un suivi cohérent des populations ;
- la mise en oeuvre d'actions favorables à la restauration de l'espèce ciblée et/ou de ses habitats ;
- et enfin l'information et la sensibilisation du public et des acteurs concernés.

Jusqu'à présent, seulement trois PNA concernent les insectes : le PNA Maculinea, le PNA Odonates et le PNA Pollinisateurs sauvages.²

Le PNA en faveur des Odonates³ cible 18 espèces (Dupont, 2010) dont 10 sont présentes au sein de l'ex-région Auvergne. Par ailleurs, lors de la déclinaison régionale du PNA, cinq espèces ont été ajoutées en raison, notamment, de leur statut local de conservation défavorable (Soissons *et al.*, 2016). Ainsi, en Auvergne, 15 espèces sont concernées par le Plan Régional d'Actions (Tableau 1).

¹ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plans-nationaux-dactions-en-faveur-des-especes-menacees>

² Pour une liste des PNA en cours : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/201707_tableau-suivi-plans-nationaux-actions-especes-menaces.pdf

³ <http://odonates.pnaopie.fr/>

Tableau 1 : Espèces d'Odonates concernées par le Plan Régional d'Actions (PRA) en Auvergne.

Espèces du PNA identifiées pour l'Auvergne	Espèces complémentaires pour l'Auvergne
<i>Coenagrion lunulatum</i>	<i>Epitheca bimaculata</i>
<i>Coenagrion mercuriale</i>	<i>Somatochlora arctica</i>
<i>Coenagrion armatum</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>
<i>Gomphus flavipes</i>	<i>Cordulegaster bidentata</i>
<i>Gomphus graslinii</i>	<i>Sympetrum pedemontanum</i>
<i>Macromia splendens</i>	TOTAL : 5 espèces
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	
<i>Oxygastra curtisii</i>	
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	
TOTAL : 10 espèces	

c. *L'Agrion à lunules et la Leucorrhine douteuse dans le PNRLF*

Dans le cadre du Plan Régional d'Actions (PRA) en faveur des Odonates, une étude visant à améliorer les connaissances sur la répartition de, notamment, l'Agrion à lunules, *Coenagrion lunulatum*, et de la Leucorrhine douteuse, *Leucorrhinia dubia*, a été réalisée en 2014 et 2015 (Barbarin & Lefebvre, 2016).

Pour *Coenagrion lunulatum*, les principaux résultats obtenus furent :

- Redécouverte de l'espèce sur un site historique, l'étang de la Fargette à Saint-Germain-l'Herm, après 20 ans sans observation connue [A.-J. Francez en 1993] :
 - o 3 mâles le 11 juin 2014 ;
 - o 32 mâles et 3 accouplements le 03 juin 2015 ;
 - o 3 mâles le 09 juin 2015.
- Deux mâles observés sur une nouvelle station, le Lac de Malaguet (Monlet/Sembadel/Félines).
- Non retrouvé sur les deux autres stations historiques du PNRLF (Etang des Prades à La Chaise-Dieu [D. Brugière en 1986 ; A.-J. Francez en 1993] et Etang de Praneuf à Bellevue-la-Montagne [A.-J. Francez en 1993] ; ce dernier ne semble plus posséder les habitats exploités par l'espèce).
- Prospections négatives sur 18 autres sites potentiels du Livradois (Figure 1).

Quant à *Leucorrhinia dubia*, les principaux résultats furent :

- Confirmation de l'espèce sur une station historique (données de Julien Frat en 1997) :
 - o Tourbière de Pradoux (Valcivières) : plus d'une dizaine d'individus dont des accouplements et des femelles à la ponte.
- Découverte de l'espèce sur deux sites possédant une fosse de tourbage récente :
 - o Tourbière de Balayoux (Saint-Anthème) : 21 exuvies le 19 août 2015.
 - o Tourbière de Baracuchet (Saint-Anthème) : une dizaine d'individus le 14 juillet 2015 dont 4 mâles, 2 accouplements et 1 femelle à la ponte (mais aucune exuvie récoltée).
- Prospections négatives sur 5 sites possédant des données anciennes.
- Prospections négatives sur 17 autres sites potentiels (Figure 2).

Par ailleurs, sur le site de sciences participatives « Faune-Auvergne » (<https://www.faune-auvergne.org>), consulté le 08 novembre 2019, aucune donnée ne concerne la Leucorrhine douteuse dans le Livradois-Forez. Par contre, *Coenagrion lunulatum* a été observé le 26 mai 2017 (données de Clément Chérie) à l'Etang de la Fargette (6 mâles) et à sa proximité immédiate (1-2 mâles à « La Couarde », dans une prairie et en sous-bois situés à environ 800 mètres de la Fargette). Le 20 juin

2015, Clément Chérie avait également recherché l'espèce sur ce site mais la « prospection [était] négative malgré de nombreux coups de filets ».

Enfin, depuis au moins le début des années 2000, la Leucorrhine douteuse est régulièrement observée du côté ligérien du Forez, au niveau de différentes stations situées sur la commune de Sauvain, à moins de deux kilomètres de la tourbière de Pradoux pour les plus proches (Figure 3 et données du site « Faune-Loire », <https://www.faune-loire.org>, consulté le 08 novembre 2019).

2. Objectifs de l'étude

Notre étude vise à suivre les populations de *C. lunulatum* et *L. dubia* présentes sur les stations du PNRLF identifiées par Barbarin & Lefebvre (2016). Elle s'inscrit également dans le cadre du PRA en faveur des Odonates.

Plus particulièrement, notre étude possédait quatre missions :

- A. Suivi 2018 et 2019 des deux sites connus de *C. lunulatum* (Etang de la Fargette et Lac de Malaguet).
- B. Suivi 2018 et 2019 des trois sites de reproduction connus de *L. dubia* (tourbières de Balayoux, Baracuchet et Pradoux).
- C. Prospection de sites potentiels à *C. lunulatum* dans la poursuite de l'effort initié par Barbarin & Lefebvre (2016).
- D. Proposition de mesures de gestion conservatoire.

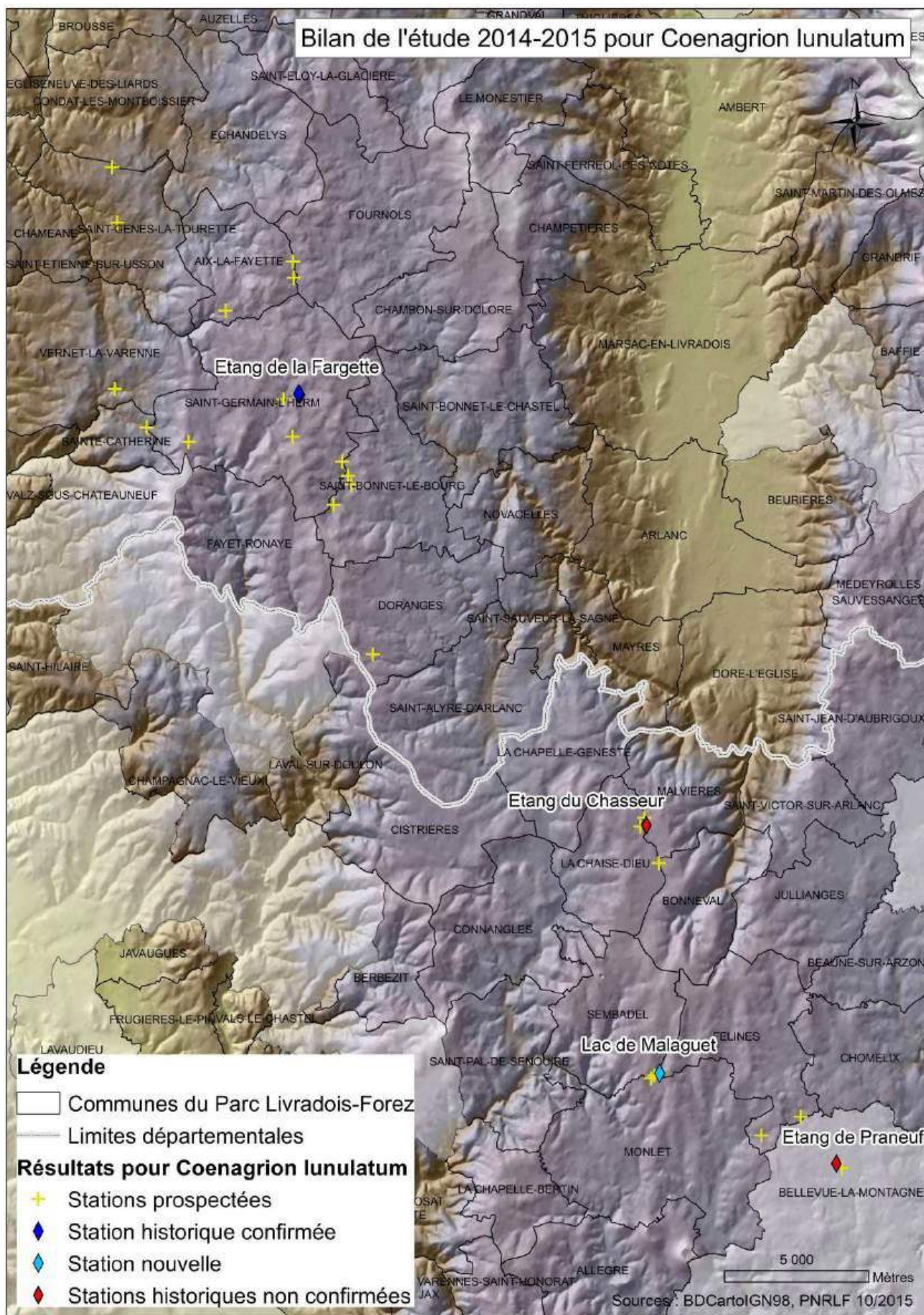


Figure 1 : Bilan des prospections réalisées en 2014 et 2015 pour *Coenagrion lunulatum* (Source : Barbarin & Lefebvre, 2016 ; cartographie Nathanaël Lefebvre, PNRLF).

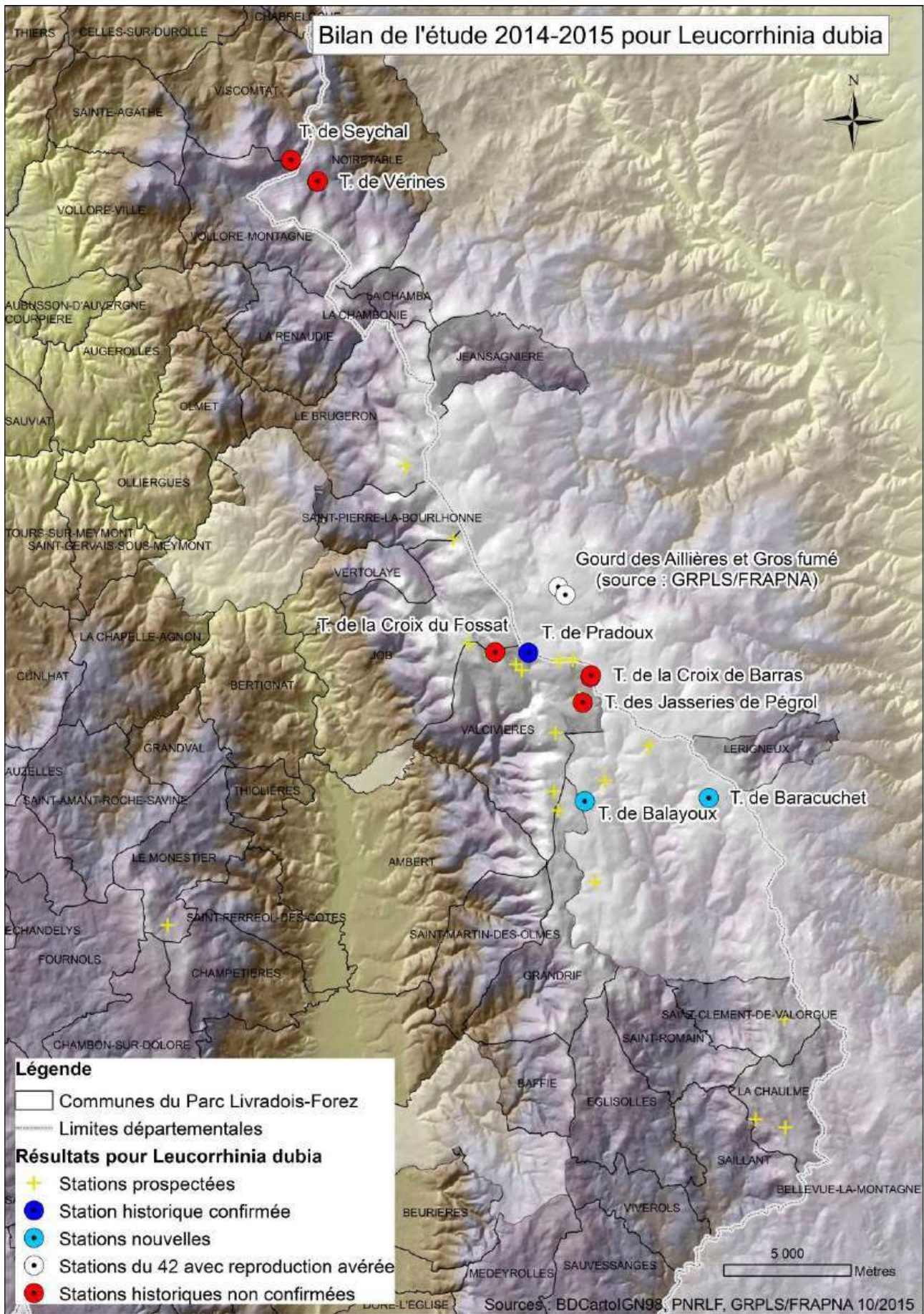


Figure 2 : Bilan des prospections réalisées en 2014 et 2015 pour *Leucorrhinia dubia* (Source : Barbarin & Lefebvre, 2016 ; cartographie Nathanaël Lefebvre, PNRLF).

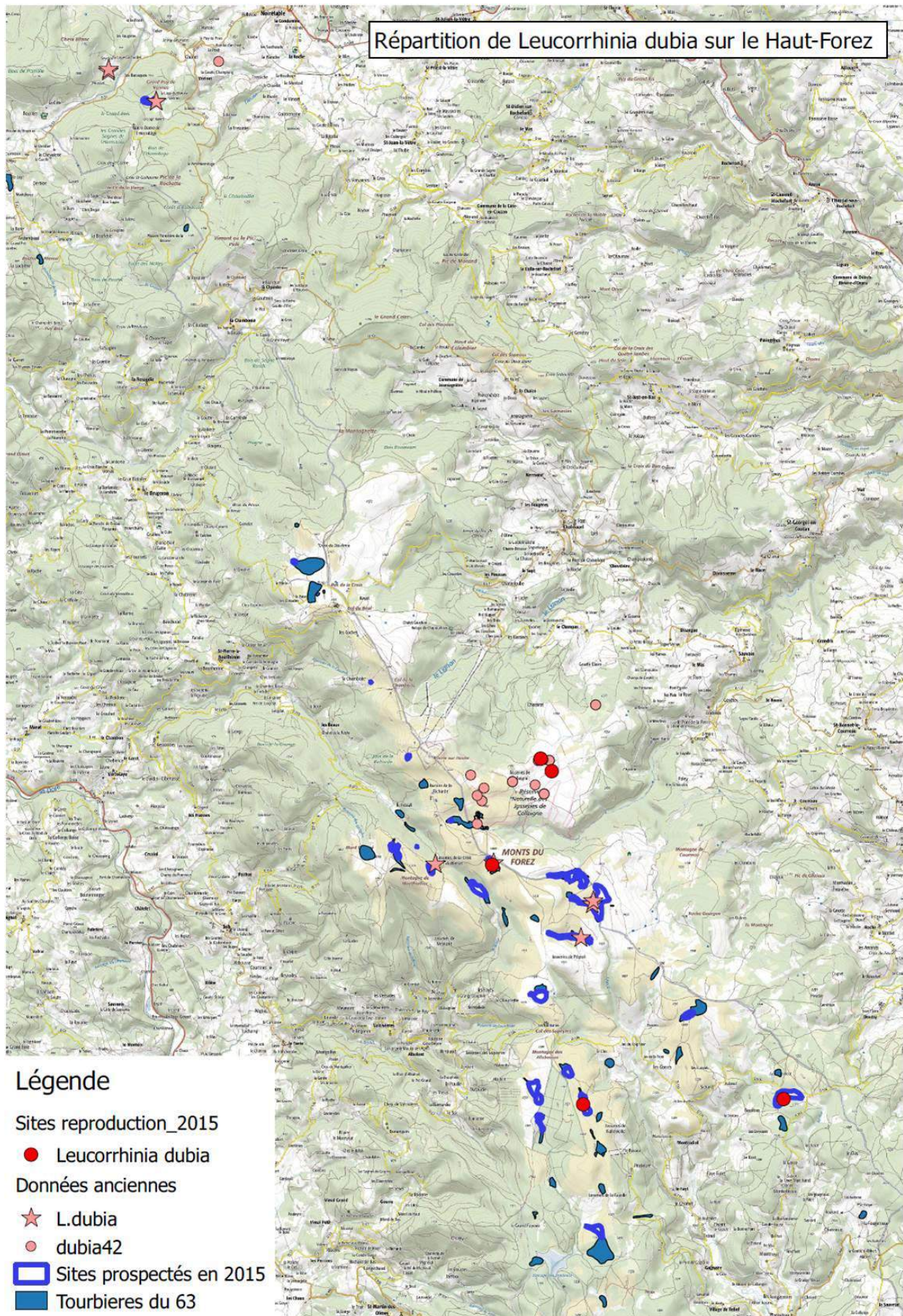


Figure 3 : Répartition de *Leucorrhinia dubia* sur le Haut-Forez (63 : Puy-de-Dôme et 42 : Loire). Le rond rouge situé à côté de « Monts du Forez » correspond à la tourbière des Pradoux, les deux plus au sud à la Tourbière de Balayoux (sud-ouest) et de Baracuchet (sud-est) (Cartographie : Nathanaël Lefebvre, PNRLF).

PRESENTATION DES ESPECES CIBLES

1. L'Agrion à lunules - *Coenagrion lunulatum*

a. Taxonomie et phylogénie

Ordre⁴ : Odonata Fabricius, 1793

Sous-Ordre : Zygoptera Selys, 1854

Famille : Coenagrionidae Kirby, 1890

Genre : *Coenagrion* Kirby, 1890

Espèce : *Coenagrion lunulatum* (Charpentier, 1840)

Synonymes : *Agrion lunulatum* Charpentier, 1840

Coenagrion vernale Hagen, 1839⁵

La figure 4 présente la position de *C. lunulatum* au sein de l'arbre phylogénétique des Zygoptères et du genre *Coenagrion*. Au sein de ce genre, elle appartient à un groupe (clade) formé par des espèces distribuées principalement aux hautes latitudes (*C. hastulatum*, *C. glaciale*, *C. lanceolatum*, *C. johanssoni*, *C. armatum* et *C. angulatum*). Elle est morphologiquement et génétiquement proche de *C. angulatum*, une espèce nord-américaine. L'espèce européenne la plus proche génétiquement de *C. lunulatum* est *C. hastulatum*. Ces deux espèces partagent de nombreuses exigences écologiques, présentent des similarités phénologiques et biologiques, et sont souvent syntopiques (présentes dans le même biotope), laissant parfois supposer l'existence d'une compétition interspécifique entre les deux taxons (Kreder *et al.*, 2015).

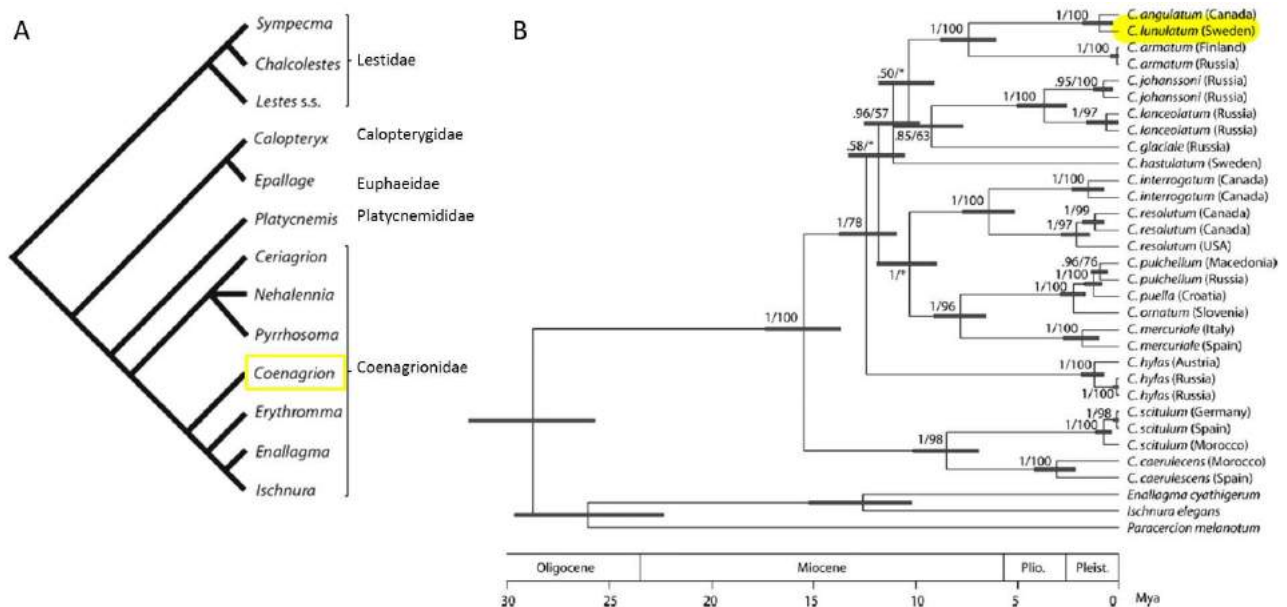


Figure 4 : Phylogénie des familles et genres de Zygoptères européens (A) et des principales espèces mondiales du genre *Coenagrion* (B). L'arbre A n'indique que la position relative des différents taxons, la longueur des branches n'est pas indicative de l'ancienneté des genres. En revanche, pour l'arbre B, la séparation des différentes espèces de *Coenagrion* a été estimée. Pour cet arbre, le pays d'origine des spécimens utilisés est précisé. (Sources : Dijkstra & Kalkman, 2012 [A] ; Swaegers *et al.*, 2014 [B]).

⁴ Les noms scientifiques employés dans ce rapport suivent la taxonomie préconisée par l'INPN-Inventaire National du Patrimoine Naturel (taxRef v12.0 du 23 octobre 2018) : <https://inpn.mnhn.fr>

⁵ Bien que plus ancien, le nom « *vernale* » donné par Hagen n'est pas celui retenu, faute de description l'accompagnant (il s'agit d'un « *nomen nudum* », c'est-à-dire un « nom nu » invalide d'un point de vue taxonomique).

b. Morphologie

- **Imago** [Figures 5-7] (Askew, 2004 ; Dijkstra, 2007)

Longueur totale du corps : 30 à 33 mm.

Longueur de l'aile postérieure : 16-22 mm

Les **mâles** matures de *Coenagrion lunulatum* présentent une couleur de fond bleue sur la face dorsale (Figure 6A) et nettement verte sur la face ventrale (Figure 6C). Les marques dorsales noires sont étendues avec pour principales caractéristiques :

- Trois taches noires en forme de lunules sur le 2nd segment abdominal (S2). Ces taches peuvent cependant être parfois connectées (Figure 7).
- S3, S4 et S5 avec du noir sur plus de la moitié de leur longueur.
- S6 et S7 presque entièrement noirs, avec seulement une très fine ligne bleue basale.
- S8 et S9 bleus.
- S10 noir.

La couleur de fond des **femelles** matures est verte à brunâtre avec la partie dorsale de l'abdomen fortement colorée de noir, sauf sur S8 où la partie noire incise médialement une large bande basale bleue (Figure 6B). Toutefois, cette bande claire peut parfois être absente (Seguin & Kreder, 2016). La bordure postérieure du pronotum est, quant à elle, découpée par deux profondes indentations qui dessinent un lobe médian (Figure 5).



Figure 5 : Portrait d'une femelle immature de *Coenagrion lunulatum*. La forme caractéristique du pronotum (premier segment dorsal du thorax) est nettement visible [Étang de la Fargette, 15.v.19].



Figure 6 : *Coenagrion lunulatum*. (A) Mâle en vue dorsale. (B) Femelle en vue dorsale. (C) Mâle en vue latérale [Etang de la Fargette, 07.vi.18 (A, B) ; 02.vi. 18 (C)].

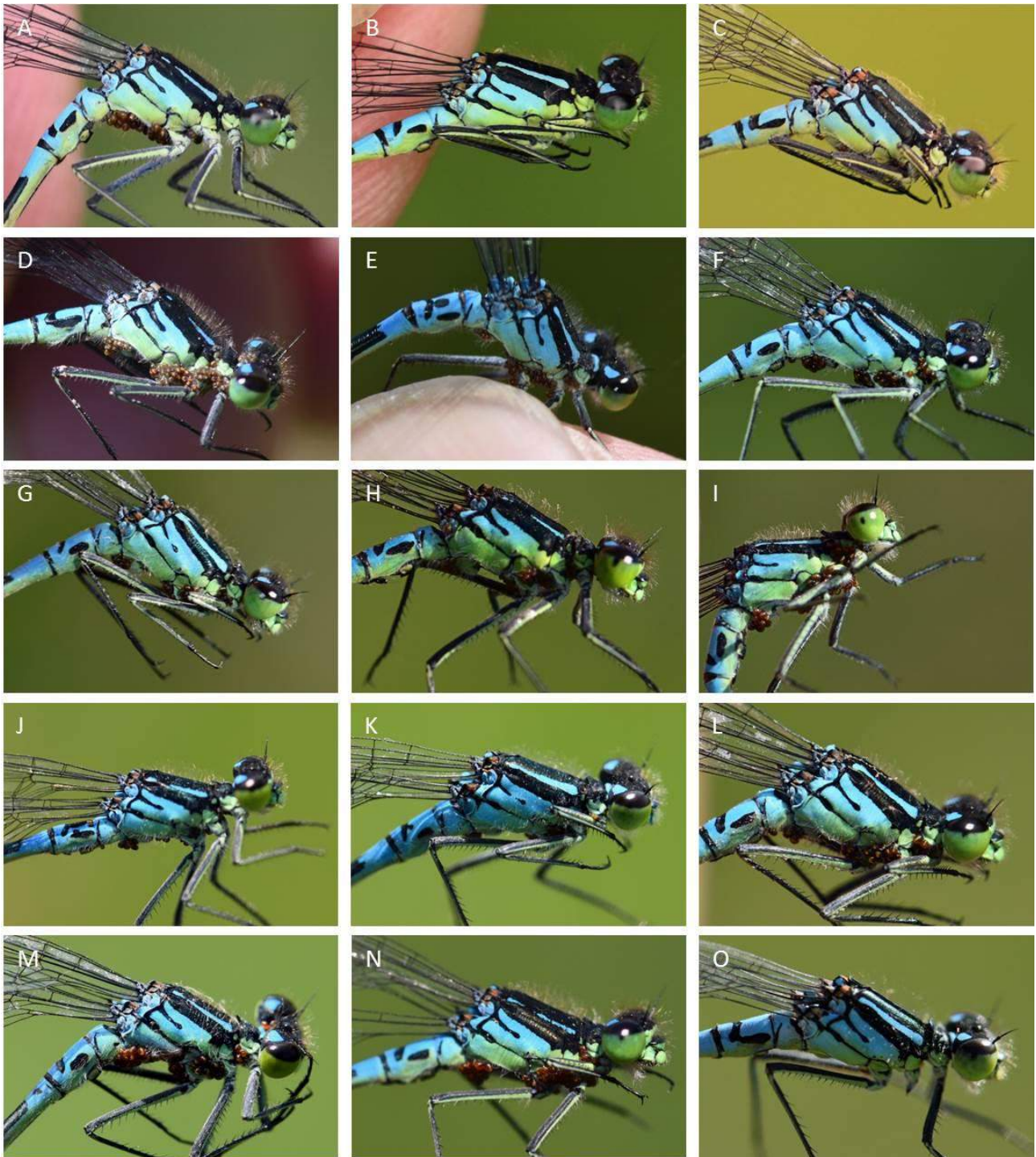


Figure 7 : Variation de la coloration chez les mâles de *Coenagrion lunulatum*. La partie dorsale du second segment abdominal (S2) porte généralement un dessin composé par un croissant transverse et deux tirets noirs verticaux, l'ensemble pouvant faire penser à un visage triste. Ces trois taches, d'épaisseur variable, sont le plus souvent individualisées (A, B, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N) mais peuvent parfois être unies (C, D, O), s'approchant alors du dessin observé chez certains *C. hastulatum* voire chez *C. puella*. Il arrive aussi que le dessin « bave » et que de petites taches supplémentaires soient présentes (E, J, K). Par ailleurs, la largeur de la bande antéhumérale du thorax (= la bande bleue sur fond noir) peut être continue (B, E, G, K, L, O) ou plus ou moins interrompue (A, C, D, F, H, I, J, M, N), pouvant faire penser alors à l'Agriion exclamatif, *Coenagrion pulchellum*. Pour l'identification, il est donc indispensable de vérifier un ensemble de critères dont la coloration des segments abdominaux S3 à S10. Certains des individus illustrés sont plus ou moins couverts par des larves d'hydracariens ectoparasites (e.g. A, D, F). [Etang de la Fargette, 02.vi.18 (A), 07.vi.18 (B), 18.vi.18 (C), 19.vi.19 (D-O)].

- **Larve de dernier stade et exuvie** [Figures 8 & 9] (Brochard *et al.*, 2012 ; Brochard & van der Ploeg, 2014)

Longueur totale du corps : 19-25 mm dont proctes de 5 à 8 mm.

Les larves de dernier stade et les exuvies de *C. lunulatum* se distinguent de celles des autres Zygoptères à l'aide de la combinaison des caractères suivants :

- Proctes divisés en deux parties dont la partie distale possède un bord nettement épaissi (Figure 8). Au sein des Zygoptères présents en Auvergne, cette caractéristique n'est partagée que par *Coenagrion hastulatum*.
- Mentum (partie allongée du masque labial ; voir glossaire en annexe) long et assez large (Figure 9) ; rapport longueur/largeur médiane < 2 . Chez *C. hastulatum*, le mentum est plus étroit (rapport longueur/largeur médiane ≥ 2).

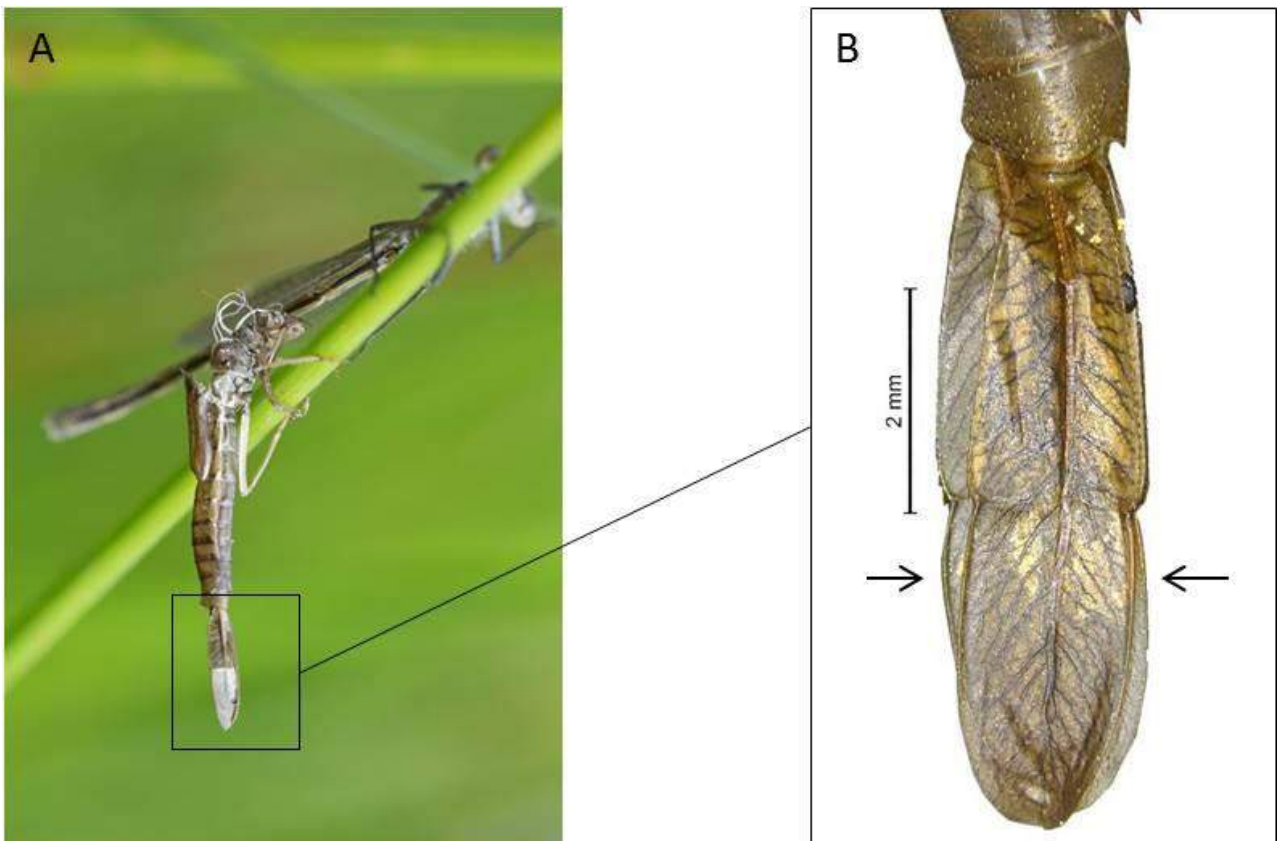


Figure 8 : Exuvie laissée après l'émergence d'un individu de *Coenagrion lunulatum* (A) et détail des proctes (B). Les flèches indiquent le bord épaissi de la partie distale des proctes (caractère partagé uniquement avec *C. hastulatum*) [Etang de la Fargette, 24.v.19 (A)].



Figure 9 : Vue ventrale d'une exuvie de *Coenagrion lunulatum* (à gauche). Détail du masque labial, illustrant le mentum long et relativement large (en haut, à droite). Les exuvies peuvent être facilement sexées par l'observation des structures sexuelles présentes sur le 9^{ème} segment abdominal (en bas, à droite ; ♂ : mâle, ♀ : femelle).

c. Ecologie

- **Habitats utilisés**

Coenagrion lunulatum se rencontre au niveau de plans d'eau oligo-mésotrophes de dimension variable (de quelques centaines de mètres carrés à plusieurs dizaines d'hectares). En Auvergne, l'espèce se rencontre de la mare de plaine à la tourbière acide de montagne (Leroy, 2006 ; Kreder *et al.*, 2015). La profondeur des plans d'eau est souvent faible, variant généralement entre 1 et 5 mètres. La plupart des stations auvergnates restent toujours en eau mais l'espèce peut également être observée sur des sites soumis à un assèchement estival (Leroy, 2006). Le substrat peut être sableux, argileux ou tourbeux (Goffart *et al.*, 2006). Le pH peut être très acide à neutre (Boudot & Kalkman, 2015 ; Kreder *et al.*, 2015). Les berges sont surtout en pente douce et assez plates. Les plans d'eau possèdent généralement une partie d'eau libre et une végétation rivulaire bien développée (Leroy, 2006).

Les végétations rivulaires sont le plus souvent des cariçaies à *Carex rostrata* et des prêlaies à *Equisetum fluviatile* (Leroy, 2006). La présence de saules, de glycéries, de scirpes (*Eleocharis palustris*), et de sphaignes semble également appréciée, de même que celle des hydrophytes dont, et surtout, les potamots qui servent de supports aux pontes (Nelson, 1999 ; Goffart *et al.*, 2006 ; Leroy, 2006 ; Kreder *et al.*, 2015).

Coenagrion lunulatum semble posséder une attirance pour les milieux pionniers ou remaniés, en particulier les zones humides récemment ennoyées (Leroy, 2006). Toutefois, en raison de sa dépendance vis-à-vis des potamots, Kreder *et al.* (2015) la considèrent comme une espèce « post-pionnière » plutôt que comme une pionnière au sens strict.

Les milieux terrestres environnants les habitats aquatiques sont principalement des prairies montagnardes. Des milieux boisés peuvent également être présents (pessières, hêtraies...). Toutefois, des berges ouvertes et ensoleillées semblent favoriser l'espèce (Boudot & Kalkman, 2015).

Coenagrion lunulatum semble éviter les plans d'eau empoisonnés. Toutefois, Kreder *et al.* (2015) n'ont pas détecté de corrélation significative entre la présence de poissons et celle de *C. lunulatum* dans le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne (PNRVA). Cela est peut-être dû au fait qu'ils ne se sont intéressés qu'à l'occurrence ou non de poissons. Il est possible que l'identité des espèces présentes, leur guildes trophique (espèces carnivores, détritivores ou herbivores), et/ou leur abondance relative soient des variables plus pertinentes, permettant de mieux comprendre l'impact des poissons sur les libellules (Johansson & Brodin, 2003; Wittwer *et al.*, 2010), mais cela reste à étudier pour *C. lunulatum*.

- **Phénologie et cycle de vie** (Figures 10-12)

La période de vol est précoce et particulièrement brève. Dans le Massif central, elle dure environ 7 semaines, de la fin-mai à la fin-juin, avec un pic d'abondance au cours de la seconde semaine de juin. L'observation la plus précoce est le 11 mai et la plus tardive le 29 juillet (Leroy, 2006 ; Kreder *et al.*, 2015).

Les mâles sont apparemment non territoriaux (Grand & Boudot, 2006). Ils se cantonnent au niveau des hélophytes ou sur les hydrophytes. Les femelles, lorsqu'elles ne sont pas en accouplement ou à la ponte, se tiennent plus à l'écart du milieu aquatique. La ponte s'effectue en tandem. Elle est endophyte, c'est-à-dire que la femelle insère ses œufs au sein d'un végétal, le plus souvent des potamots (Nelson, 1999). La femelle peut parfois effectuer la ponte sous l'eau, accompagnée ou non du mâle (Samu, 1998 ; par exemple voir la figure 32 de Kreder *et al.*, 2015).

Les œufs éclosent 3 à 4 semaines après la ponte et le développement larvaire est d'une année, peut-être parfois deux (Grand & Boudot, 2006). L'espèce est univoltine, c'est-à-dire qu'elle n'a qu'une génération par an. La diapause hivernale s'effectue habituellement au dernier stade larvaire (Brochard & van der Ploeg, 2014). L'émergence s'effectue dans les secteurs peu profonds des plans d'eau (Samu, 1998). Les exuvies sont retrouvées dans la végétation riveraine ou émergente, au maximum à quelques dizaines de centimètres au-dessus du niveau de l'eau, mais le plus souvent à moins d'une dizaine de centimètres (Samu, 1998 ; Brochard *et al.*, 2012). Après l'émergence, il n'est pas rare que les individus gagnent les milieux prairiaux environnants pour effectuer leur maturation (Figure 11C) qui est estimée durer une dizaine de jours (Samu, 1998).

Le PNRVA a récemment étudié des stations de *C. lunulatum* par CMR (Capture-Marquage-Recapture) (Seguin & Kreder, 2016). Au total, 5380 mâles et 631 femelles ont été capturés entre le

11 mai et le 08 juillet 2015 (30 jours de CMR) au niveau de treize sites du Cézallier, distants au plus de 3 km les uns des autres. Ils ont eu 600 recaptures (563 individus : 545 mâles et 18 femelles) et ont montré que :

- La majorité des individus sont philopatrics (97%). Seuls quelques spécimens sont dispersants (seulement 15 individus (3%) ont été retrouvés sur un site autre que celui où ils avaient été marqués).
- Les déplacements observés peuvent être considérés comme importants : 6 déplacements sur 15 correspondent à une distance de plus de 2 km ! Le déplacement maximal observé est de 4,4 km et coupe un massif forestier. Les distances ayant été calculées sur la base du chemin le plus court entre deux sites, les distances réelles parcourues par les individus sont donc certainement plus élevées. [Ces résultats confirment la présomption de Nelson (1999) selon laquelle l'espèce peut effectuer des déplacements de plusieurs kilomètres].
- Un individu recapturé a effectué un déplacement de presque 2,5 km en moins de 24 h.
- Les cours d'eau ne semblent pas être utilisés préférentiellement comme corridor pour les déplacements.
- Le plus vieil individu a été recapturé 26 jours après sa première capture et 19 individus ont été revus vivants après plus de 20 jours soit 3,67 % des individus recapturés vivants. L'espérance de vie moyenne est probablement d'une dizaine de jours (comme estimée par Samu, 1998).
- L'espérance de vie des femelles est supposée plus faible mais il est également possible qu'elles soient plus discrètes que les mâles et donc plus rarement (re)capturées.
- La mortalité par prédation n'a pas été quantifiée mais les auteurs signalent la présence fréquente d'individus dans des toiles d'araignées.



Figure 10 : Couple de *Coenagrion lunulatum* formant un cœur copulatoire (accouplement) [Etang de la Fargette, 20.vi.18].



Figure 11 : Etapes du cycle de vie de *Coenagrion lunulatum*. (A) Emergence d'un mâle. (B) Autre mâle récemment émergé à proximité de son exuvie. (C) Mâle effectuant sa maturation dans une prairie fleurie, un peu à l'écart du milieu aquatique. (D) L'émergence est une étape critique de la vie des libellules. De nombreux spécimens meurent ou subissent des malformations. Ce mâle aux ailes froissées et à l'abdomen tordu ne survivra probablement pas longtemps. (E) Femelle immature [même individu que la Figure 5]. (F) Mâle dont les ailes se sont froissées au cours de l'émergence. Toutefois, la malformation est limitée et ce mâle pouvait voler. [Etang de la Fargette, 02.vi.18 (A, C), 24.v.19 (B, D), 15.v.19 (E), 07.vi.18 (F)].



Figure 12 : Manger ou être mangé. (A-C) Mâle de *Coenagrion lunulatum* dévorant une proie : Diptère (A, C), Trichoptère (B). (D-F) Mâles de *Coenagrion lunulatum* capturés par des araignées. Ces photographies illustrent le rôle important des libellules dans les réseaux trophiques. [Etang de la Fargette, 02.vi.18 (A, D), 19.vi.19 (C, E, F) ; Etang de Marchaud, 20.vi.18 (B)].

d. Répartition

Coenagrion lunulatum est une espèce boréo-alpine dont la répartition s'étend de l'Europe au Japon, en passant par la Sibérie et la Mongolie (Figure 13). L'espèce est connue d'Allemagne, Arménie, Autriche, Belgique, Biélorussie, Chine, Danemark, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Hongrie, Irlande, Lettonie, Lituanie, Moldavie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Russie, Slovaquie, Suède, Turquie, Ukraine (Boudot & Kalkman, 2015 ; Figure 14). Elle a probablement disparu de Suisse où elle n'a plus été observée depuis 1989 (Gonseth & Monnerat 2002).

L'espèce est principalement trouvée en plaine ou à l'étage collinéen dans le nord de son aire de

répartition mais est confinée à l'étage montagnard dans le sud. L'espèce devient rare à des altitudes supérieures à 1500 m et aux latitudes boréales (Boudot & Kalkman, 2015). Toutefois, les populations isolées du Moyen-Orient (est de la Turquie, Arménie, Géorgie) se rencontrent dans des marais et lacs de montagne entourés de milieux steppiques, entre 1900 et 2200 mètres (Boudot & Kalkman, 2015 ; Martínez & García, 2015). Dans le Massif central, 90% des stations se situent à l'étage montagnard, entre 1100-1300 m (Leroy, 2006). La localité la plus basse est à 545 m (Leroy, 2006), la plus élevée à 1466 m (Kreder *et al.*, 2015).

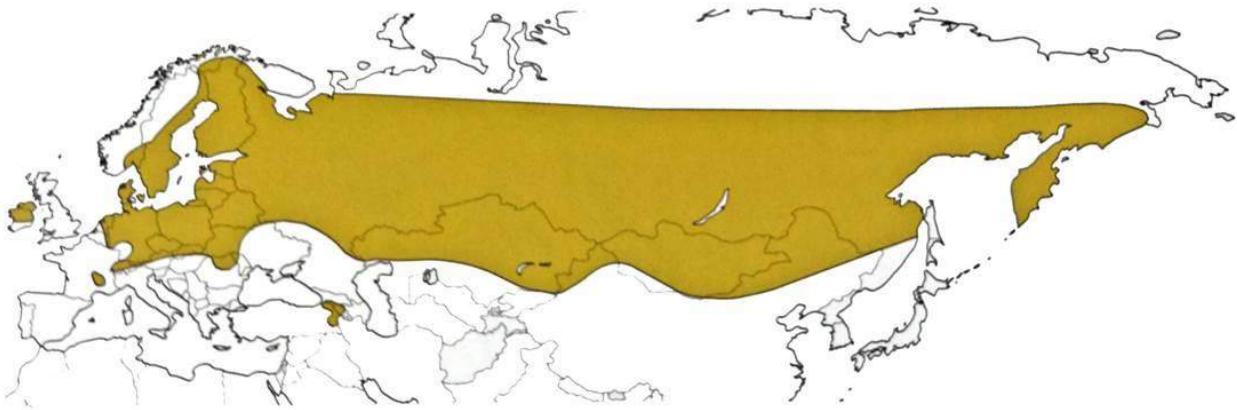


Figure 13 : Aire de distribution mondiale de *Coenagrion lunulatum*. (Source : Boudot & Kalkman, 2015).

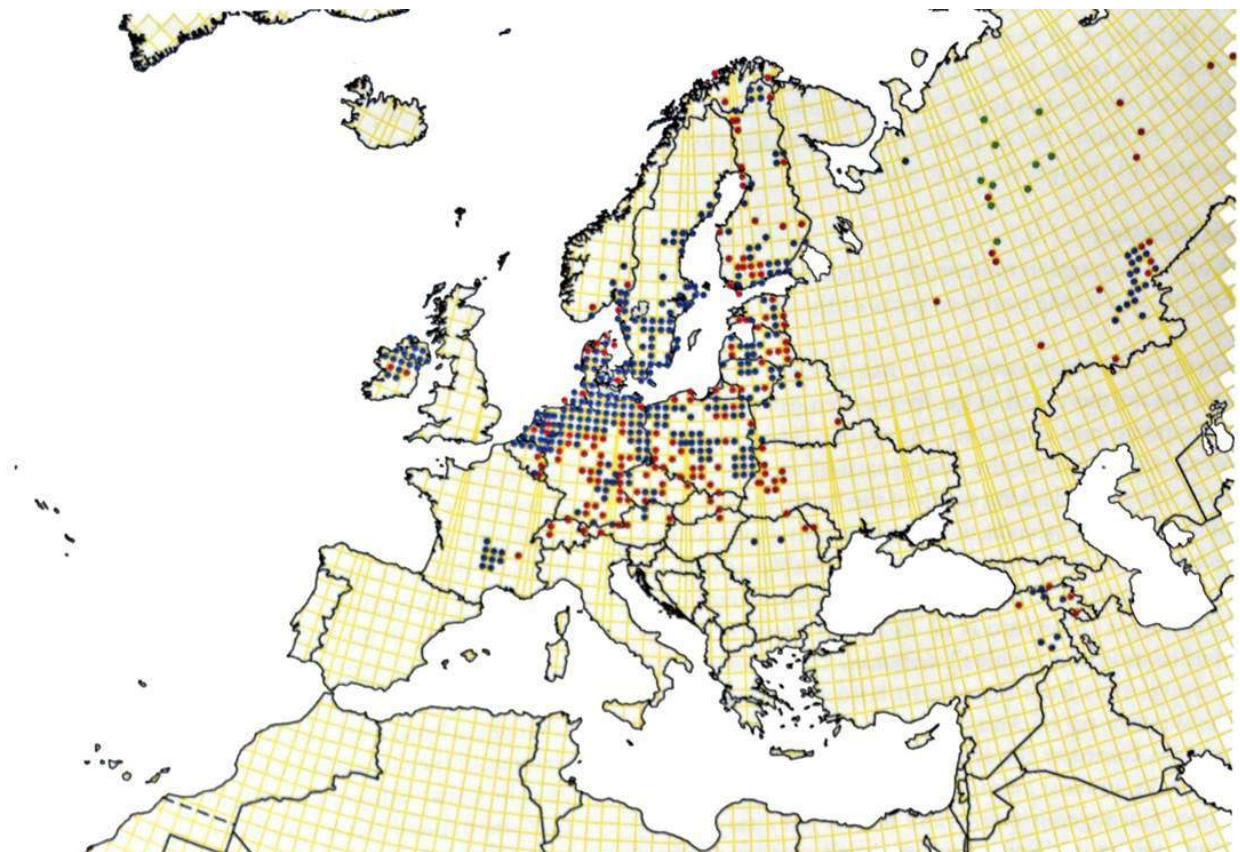


Figure 14 : Distribution de *Coenagrion lunulatum* en Europe. Rouge : données < 1990. Bleu : données \geq 1990. Vert : données douteuses (Source : Boudot & Kalkman, 2015).

En France, l'aire de *Coenagrion lunulatum* s'étend sur environ 4583 km² (18% de la surface auvergnate et seulement 0,8% de la surface nationale). Une distance de 156 km sépare les stations les plus éloignées sur l'axe nord/sud et 58 km sur l'axe est-ouest (Leroy, 2006 ; Figure 15). Les plus proches stations belges et allemandes se trouvent à plusieurs centaines de kilomètres (Figure 14). Cet isolement et l'écologie de l'espèce indiquent que la répartition actuelle est relictuelle d'une aire de distribution moins fragmentée datant du début de l'holocène, c'est-à-dire de la fin du dernier épisode glaciaire, il y a environ 12 000 ans.

La première mention française documentée a été réalisée par Aguesse (1964), avec la découverte de l'espèce en juin 1964 au niveau de trois sites du Puy-de-Dôme : La Godivelle (4 mâles et 2 femelles), l'étang de Bourdouze (1 mâle) et le Lac Chambon (1 mâle). Elle a ensuite été découverte en Lozère (1981), dans le Cantal (1985), en Haute-Loire (1985) et en Aveyron (2003) (Leroy, 2003, 2006). Elle aurait disparu de Savoie, Haute-Savoie et d'Isère mais les observations, toutes antérieures à 1965, ne sont pas étayées par des spécimens mis en collection et sont sujettes à caution (Deliry, 2008).

En Lozère, l'espèce n'est connue que de quelques observations sur des plans d'eau du Mont Lozère et sur des lacs glaciaires du plateau de l'Aubrac, toutes antérieures à 2001, et toutes concernant un unique individu noté. Des prospections récentes n'ont pas permis de retrouver l'espèce (Christophe & Chazalmartin, 2015). Cependant, celles-ci, réalisées entre le 17 et 31 juillet 2015, étaient probablement trop tardives pour permettre sa détection.

A la fin des années 1990, 22 stations françaises étaient connues, la plupart ne présentant que des effectifs de quelques individus (Leroy, 2006). Entre 2000 et 2006, des recherches ciblées dans le

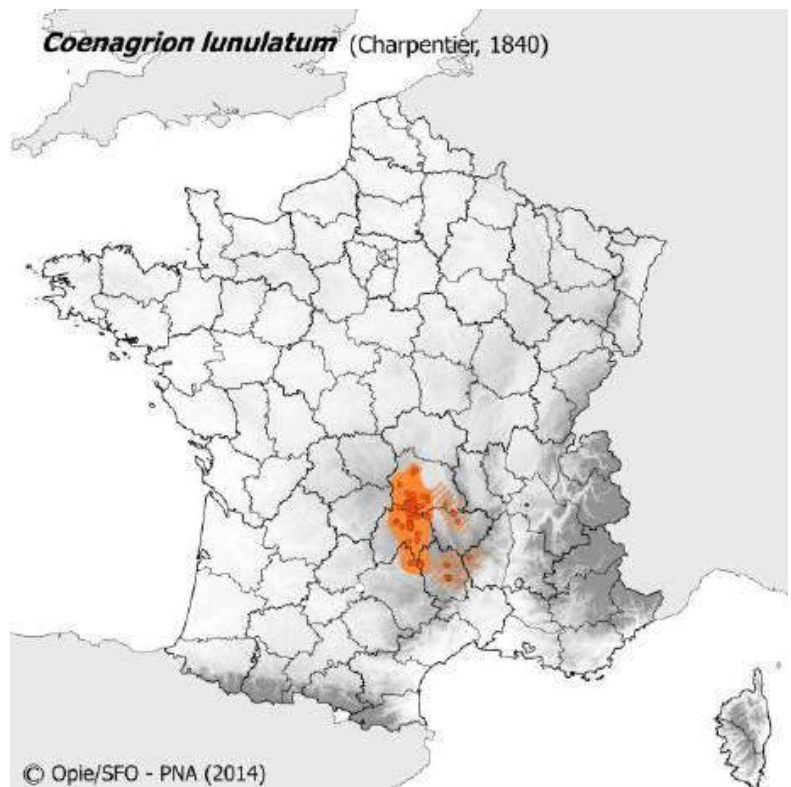


Figure 15 : Distribution de *Coenagrion lunulatum* en France. (Source : OPIE/SFO-PNA, 2014).

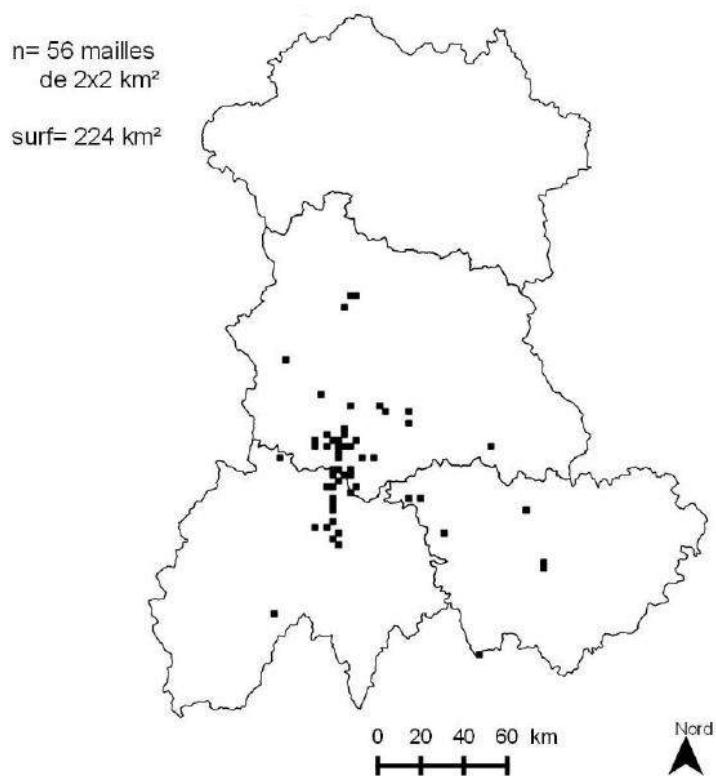


Figure 16 : Distribution de *Coenagrion lunulatum* en Auvergne. (Source : G.O.A., 2017).

Massif central ont permis d'accroître le nombre de stations à 49, la plupart dans le Puy-de-Dôme (Leroy, 2006). Puis, entre 2013 et 2015, le PNRVA a réalisé des prospections au sein de son territoire : à la fin de l'étude, il y dénombrait 66 stations (Kreder *et al.*, 2015 ; Seguin & Kreder, 2016). Les stations principales se rencontrent dans les massifs volcaniques du Cézallier et des Monts Dore, en tête de bassins versants (Figure 16). Toutefois, les preuves d'une reproduction effective manquent pour de nombreuses stations et les variations interannuelles d'effectifs sont importantes, même au niveau de stations *a priori* pérennes. Le nombre d'individus notés est souvent réduit ; les stations à moins de 5 individus prédominent. Seule une demi-dizaine de stations possède des effectifs supérieurs à 200 individus. Notons cependant que l'étude par CMR de Seguin & Kreder (2016) a démontré que les effectifs étaient souvent sous-estimés lors des prospections à vue.

Au sein du PNRLF, seul l'étang de la Fargette (Saint-Germain-l'Herm) abrite une population possédant plusieurs dizaines d'individus et pour laquelle des preuves de reproduction ont été obtenues (Barbarin & Lefebvre, 2016). Celle-ci se situe à environ 40 km à l'est des premières stations du PNRVA. Elle est donc fortement isolée du noyau des populations auvergnates, d'autant plus que ces deux entités sont séparées par les basses altitudes de la Limagne qui représentent vraisemblablement une barrière à la dispersion.

e. Statut de conservation

Coenagrion lunulatum ne bénéficie pas de statut de protection au niveau européen (Tableau 2) en raison de sa bonne représentation dans certains pays du nord (Pays-Bas, nord de l'Allemagne, Pologne). Il est cependant rare et en déclin dans certaines régions et pourrait intégrer la catégorie « NT – quasi menacé » dans un futur proche (Boudot & Kalkman, 2015). Les déclin les plus significatifs ont eu lieu au sud de son aire de répartition : sud de l'Allemagne, Suisse (probablement disparu), Autriche, sud de la Pologne et République Tchèque. Les raisons du déclin sont peu comprises mais correspondent probablement à une combinaison de facteurs dont l'eutrophisation des milieux, la destruction des habitats et le changement climatique. Par ailleurs, de nombreuses populations sont géographiquement isolées, augmentant les risques d'extinctions locales et réduisant les chances de recolonisation.

Tableau 2 : Statuts de conservation de *Coenagrion lunulatum* (voir la partie Méthodologie pour des explications sur les différents statuts).

<i>Coenagrion lunulatum</i>	
Enjeu européen : Annexe II ou An. III Convention de Berne) ; An. II ou An. IV DHFF, ou sur LRE)	Non
Enjeu européen : An. II ou An. IV Directive Habitats-Faune-Flore	Non
Enjeu européen : CR, EN, VU ou NT en LRE)	Non
Tendance des populations en Europe	Inconnu globalement mais déclin dans certaines régions (Boudot & Kalkman, 2015)
Enjeu national fort (CR, EN, VU ou NT en LRN)	VU
Tendance des populations en France	Déclin
PNA/ PRA	PNA & PRA
Espèce concernée par la Trame Verte et Bleue en Auvergne	Oui
Enjeu régional (CR, EN, VU ou NT en LRR)	VU

L'espèce est protégée en France, où elle reste très localisée. En Auvergne, elle est classée « vulnérable » sur la liste rouge et la région a une responsabilité forte en raison de la situation isolée des populations, en limite sud-ouest de répartition de l'espèce et à plusieurs centaines de kilomètres des stations belges et allemandes, et de la présence de plus de 90% des stations nationales. C'est pourquoi l'espèce est ciblée par les PNA et PRA-Auvergne en faveur des Odonates (Tableau 2).

Leroy (2006) et Kreder *et al.* (2015) jugent l'état de conservation de l'espèce dans le Massif central assez bon mais soulignent l'importance de rester vigilant en raison de :

- Fortes variations interannuelles des effectifs voire disparition de certaines stations sans raison apparente.
- Effectifs majoritairement réduits, tant en nombre de stations qu'en nombre d'individus, rendant les stations particulièrement vulnérables aux risques d'extinctions locales.
- Menaces toujours d'actualité sur les zones humides d'altitude (drainage, assèchement, intensification agricole, eutrophisation).

Par ailleurs, le PNRLF a également une responsabilité forte et difficile dans le maintien des stations présentes sur son territoire car elles sont *a priori* fortement isolées et peu nombreuses.

2. La Leucorrhine douteuse - *Leucorrhinia dubia*

a. Taxonomie et phylogénie

Ordre : Odonata Fabricius, 1793

Sous-Ordre : Anisoptera Selys, 1854

Famille : Libellulidae Rambur, 1842

Genre : *Leucorrhinia* Brittinger, 1850

Espèce : *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825)

Synonyme : *Libellula dubia* Vander Linden, 1825

Le genre *Leucorrhinia* est phylogénétiquement proche de celui des *Sympetrum* (Figure 17). Ils forment, avec le genre néarctique *Celithemis*, l'unique clade des Libellulidae dont la radiation est vraiment holarctique (tous les autres ayant des origines tropicales) (Dijkstra & Kalkman, 2012).

Six espèces de *Leucorrhinia* sont eurasiennes dont cinq se rencontrent en Europe (Figure 18). La Leucorrhine douteuse possède deux sous-espèces, *L. dubia dubia* à distribution paléarctique et *L. dubia orientalis* qui, comme son nom l'indique, à une distribution orientale. Ces deux taxons sont parfois considérés comme des espèces à part entière. Toutefois, les critères les séparant sont ténus, quantitatifs, variables et probablement sous influence environnementale, ce qui n'est pas en faveur d'une séparation au niveau spécifique (Kosterin & Zaika, 2010 ; Dijkstra & Kalkman, 2012 ; Boudot & Kalkman, 2015). Une espèce décrite de Russie (Caucase occidentale), *Leucorrhinia circassica* Bartenev, 1929, est probablement, au mieux, une sous-espèce de *L. dubia* (Boudot & Kalkman, 2015).

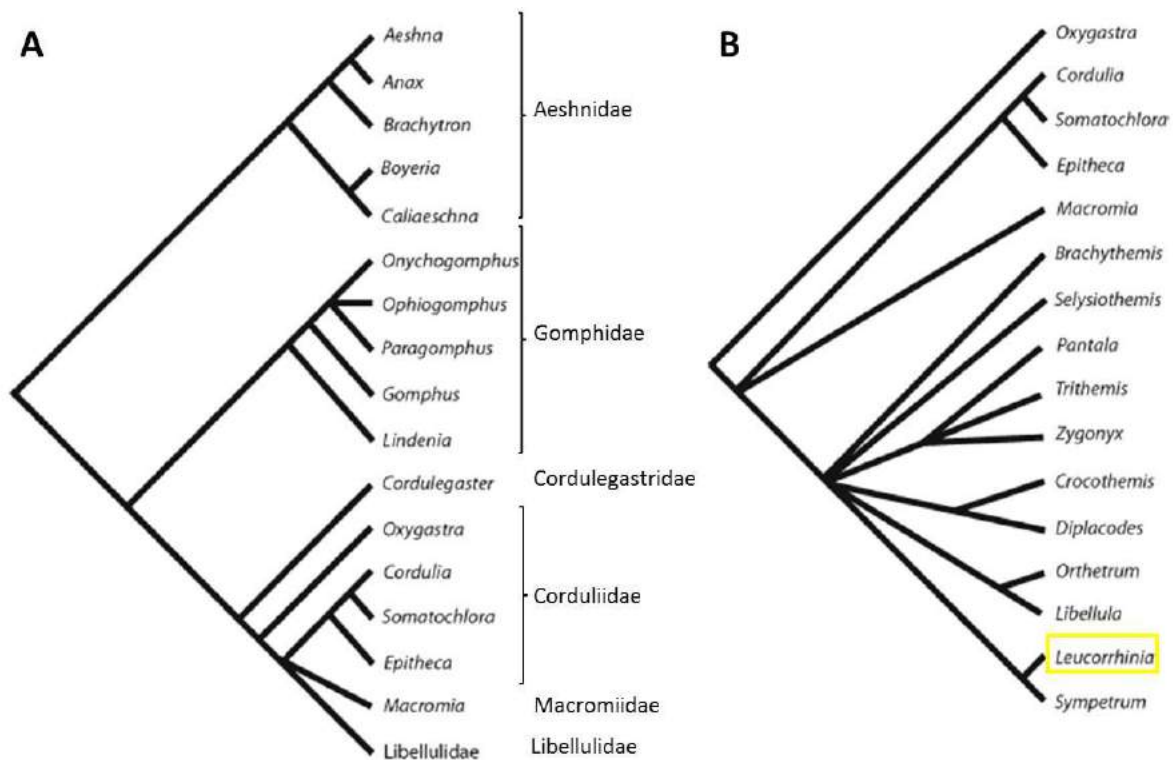


Figure 17 : Phylogénie des familles et genres d'Anisoptères européens : (A) Position des Libellulidae au sein des Anisoptères. (B) Arbre des genres de Libellulidae. La longueur des branches n'est pas indicative de l'ancienneté des genres. (Source : Dijkstra & Kalkman, 2012).

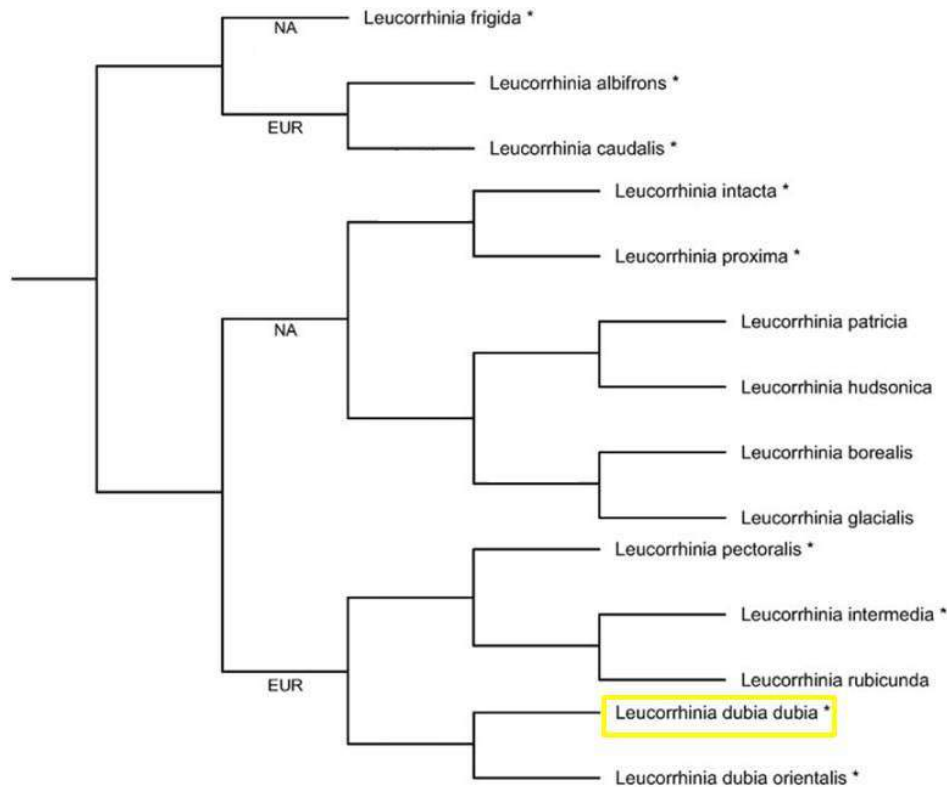


Figure 18 : Phylogénie des principales espèces mondiales de *Leucorrhinia*. La longueur des branches n'est pas indicative de l'ancienneté des taxons. Les espèces dont les larves possèdent de larges épines dorsales sont indiquées par *. NA et EUR indiquent les clades avec, respectivement, une distribution nord-américaine et eurasiennne. En Europe, les espèces dont les habitats principaux sont des plans d'eau où les poissons constituent la principale pression de prédation sont *L. caudalis*, *L. albifrons* et *L. pectoralis* ; les deux autres espèces européennes, *L. dubia* et *L. rubicunda*, occupent des habitats où les principaux prédateurs sont des invertébrés (Source : modifié de Hovmöller & Johansson, 2004).

Sur base de la phylogénie, il est supposé que le genre *Leucorrhinia* a initialement évolué dans des lacs où la pression des poissons prédateurs était forte. Ceci aurait entraîné, entre autres, le développement d'adaptations morphologiques sous la forme de larges épines dorsales et latérales. Par la suite, certains taxons dont la Leucorrhine douteuse auraient colonisé de nouveaux habitats (e.g. gouille des tourbières) où les prédateurs dominants n'étaient plus des poissons mais des invertébrés, notamment des larves d'autres espèces de libellules. Ce changement aurait entraîné la réduction du nombre et de la taille des épines abdominales (Hovmöller & Johansson, 2004 ; Mikolajewski & Johansson, 2004 ; Mikolajewski *et al.*, 2010 ; Petrin *et al.*, 2010 ; Johansson *et al.*, 2017a, 2017b).

b. Morphologie

- **Imago** [Figure 19] (Askew, 2004 ; Grand & Boudot, 2006 ; Dijkstra, 2007)

Longueur totale du corps : 31 à 36 mm.

Longueur de l'abdomen : 21 à 27 mm.

Longueur de l'aile postérieure : 23-28 mm

Le genre *Leucorrhinia* se distingue facilement des autres Anisoptères par la face blanche contrastant avec le corps sombre et par les ailes postérieures possédant des taches noires à la base.

Les **mâles** matures de *L. dubia* ont un thorax noir avec des bandes antéhumérales et des taches entre les ailes rougeâtres. L'abdomen est noir avec des taches médiodorsales rouges sur les segments S2 à S7. Les taches sur S4 et S5 sont souvent nulles ou très réduites. Ces taches sont jaunes chez les individus immatures et peuvent s'estomper chez les vieux spécimens. Les ailes antérieures possèdent une petite base noire. Le ptérostigma est noirâtre. Les appendices anaux sont noirs. Les **femelles** ressemblent aux mâles mais les taches thoraciques et abdominales sont jaunâtres et, pour les abdominales, un peu plus larges. Certaines femelles peuvent avoir une coloration andromorphe (Grand & Boudot, 2006 ; Louboutin *et al.*, 2013).

- **Larve de dernier stade et exuvie** [Figures 20, 44G-I, 45H] (Brochard *et al.*, 2012 ; Brochard & van der Ploeg, 2014)

Longueur totale du corps : 16-19 mm.

Les larves de dernier stade et les exuvies de *L. dubia* possèdent les caractéristiques suivantes :

- Taille relativement petite.
- Présence de courtes épines latérales sur le segment abdominal 9.
- Epines dorsales présentes sur l'abdomen jusqu'à S7 inclus. La taille et la forme de ces épines sont variables (parfois très développées, parfois absentes). S8 est toujours dépourvu d'épine dorsale.
- Face ventrale de l'abdomen présentant généralement des bandes latérales foncées.

Une seule autre espèce de Leucorrhine se rencontre en Auvergne, *L. pectoralis*. Celle-ci possède une épine dorsale sur S8 et les exuvies sont généralement de taille supérieure (19-23 mm).

Chez les larves de *L. dubia*, la taille des épines abdominales latérales et dorsales est variable. Une partie de cette variation est génétique mais une autre est sous contrôle environnemental. Ces épines constituent en effet des défenses morphologiques inductibles (plasticité phénotypique) dont l'expression est une réponse à la présence de poissons prédateurs. Les épines sont plus allongées sous la pression de prédation (Johansson & Samuelsson, 1994 ; Arnqvist & Johansson, 1998 ; Petrin *et al.*, 2010 ; Johansson *et al.*, 2017b). Cela s'effectue au détriment de l'épaisseur de la cuticule sur d'autres parties corporelles (Flenner *et al.*, 2009). Toutefois, le coût semble faible car la durée de développement et la taille des larves de dernier stade ne semblent pas affectées (Johansson, 2002).

Par ailleurs, le taux de croissance des larves est accéléré en présence de prédateurs (que ce soit des poissons ou des larves d'autres libellules) (Jiang *et al.*, 2019) et le comportement est modifié (les larves sont moins mobiles).



Figure 19 : *Leucorrhinia dubia*. (A) Mâle mature. (B) Mâle mature présentant la face blanche caractéristique du genre. (C) Femelle usée [Pour l’anecdote : cette femelle était en train de pondre quand un mâle se jeta brusquement sur elle pour une tentative d’accouplement. Le couple tomba à l’eau ; le mâle put s’envoler mais la femelle se serait noyée si je ne l’avais pas récupérée puis posée dans la végétation en échange d’une photographie]. (D) Couple : mâle en haut, femelle en bas [le couple s’est posé juste après s’être accouplé, la femelle s’est ensuite mise à pondre]. (E) Femelle du couple précédent. (F) Femelle immature. (G) Mâle immature. [Pradoux, 13.vii.18 (A) ; Baracuchet, 17.vi.19 (B, G), 10.vii.18 (C), 17.vii.18 (D, E); Balayoux, 24.vi.19 (F)].

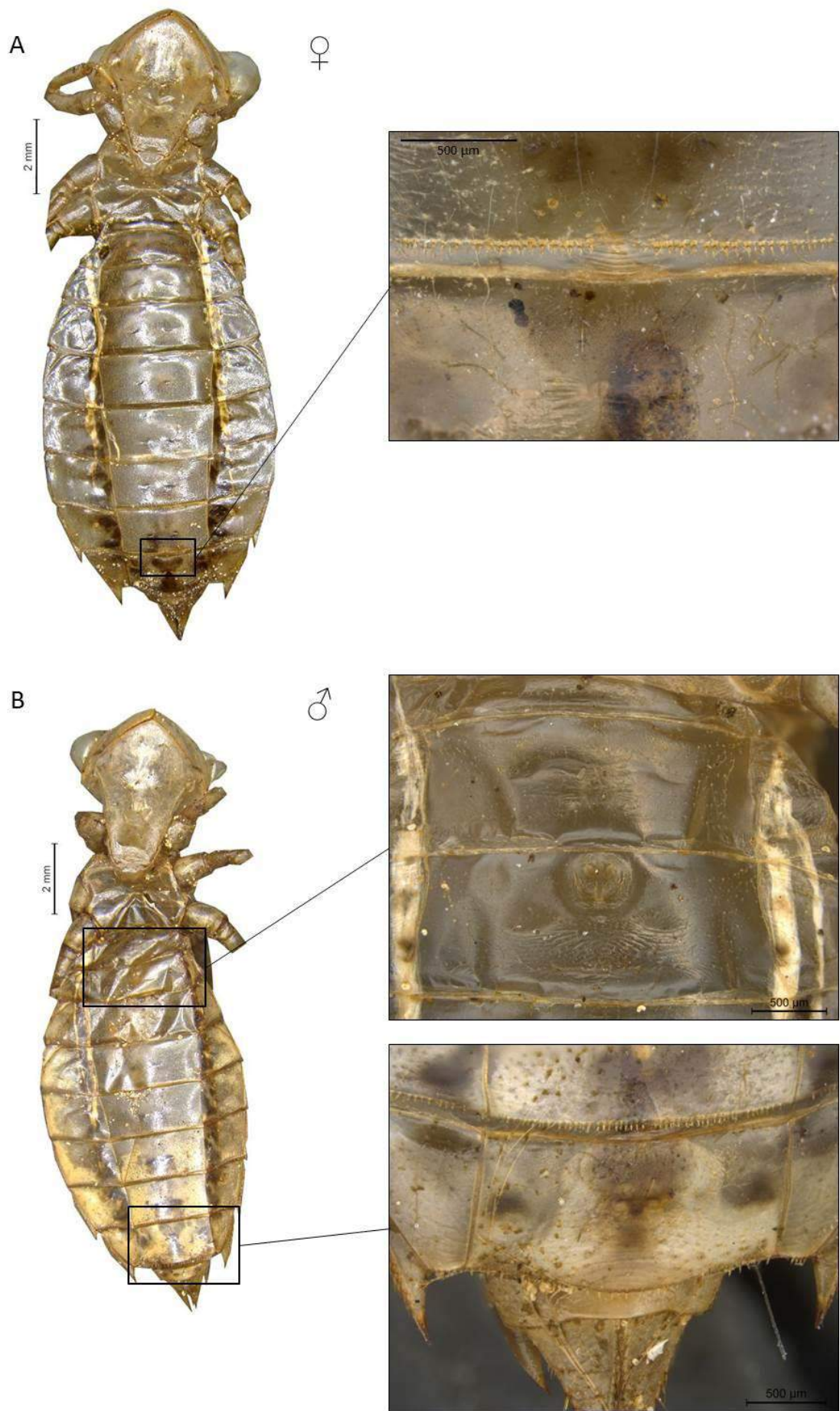


Figure 20 : Face ventrale d'exuvies de *Leucorrhinia dubia*. (A) Femelle. (B) Mâle. Les structures permettant de sexer les exuvies sont détaillées à droite.

c. Ecologie

La Leucorrhine douteuse fréquente les eaux oligotrophes, acides et pauvres en poissons des tourbières ou étangs tourbeux, ainsi que des lacs dans le nord de son aire de répartition (Goffart *et al.*, 2006 ; Boudot & Kalkman, 2015). Dans nos régions, cette espèce orophile et tyrophophile ne se rencontre que dans les mares et anciennes fosses de tourbage situées au sein de hauts-marais.

Les fosses utilisées par l'espèce peuvent être totalement couvertes par les sphaignes mais celles qui conservent une surface significative d'eau libre sont préférées et produisent des individus plus nombreux, plus grands et plus précoces (Mulnet 1995 ; Dolný *et al.*, 2018). Leur profondeur varie de quelques centimètres à plus d'un mètre (Boudot & Kalkman, 2015). Elles sont préférentiellement dans des milieux ouverts mais la proximité de boisements est un facteur important car ces derniers sont utilisés comme zone de chasse et comme dortoirs (grégarité nocturne) par les imagos (Mulnet, 1995 ; Dolný *et al.*, 2018).

La territorialité des mâles varie en fonction de la densité de concurrents. Lorsque celle-ci est faible, les mâles défendent un petit territoire en le survolant ou en se tenant postés à proximité, dans la végétation (Figure 20) ou sur le sol où il n'est pas rare qu'ils se fassent prendre au piège des droséras (Askew, 2004). Des mâles subordonnés peuvent être tolérés. L'agressivité des mâles diminue lorsque leur densité augmente, puis, lorsque celle-ci devient trop forte, tout comportement territorial est abandonné (Grand & Boudot, 2006).

Seule une petite partie de la population d'une localité est présente sur site à un moment donné, et le nombre d'adultes observés n'a rien à voir avec leur nombre réel (Grand & Boudot, 2006 ; Belenguier & Delpon, 2013 ; Davies *et al.*, 2018). En particulier, les femelles se tiennent la plupart du temps à l'écart des habitats aquatiques et n'y viennent que pour s'y reproduire (Mulnet, 1995).

Les couples appariés se posent dans les tourbières ou à leur périphérie (Figure 21A). Les accouplements durent entre 15 et 60 minutes puis les femelles se mettent à pondre en volant sur place ou en se déplaçant rapidement, tout en touchant l'eau de l'extrémité de l'abdomen, à la limite de la tourbe et de l'eau ou dans les zones de sphaignes inondées (Figures 21B, 21C). Au début, le mâle reste à proximité en volant au point fixe pour la protéger, mais dès qu'il s'engage à la poursuite d'un concurrent, la femelle continue seule, si bien qu'elle est généralement reprise par un autre mâle pour un nouvel accouplement (Grand & Boudot, 2006). Il n'est pas rare alors que des femelles se noient suite à cette prise d'assaut ! (Mulnet, 1995 ; Delsinne, pers. obs. : par ex. Figure 19C).

La ponte par femelle est en moyenne de 11500 oeufs sur l'ensemble de sa période de vie (Mulnet, 1995). Les oeufs éclosent 3 à 4 semaines après la ponte (Grand & Boudot, 2006). Le développement des larves comprend 13 stades et dure entre 2 et 5 ans suivant la latitude, l'altitude, l'habitat et les facteurs abiotiques associés (température, ensoleillement, etc.) (Norling, 1976 ; Mulnet, 1995 et ses références ; Grand & Boudot, 2006 ; Deliry, 2008). Les larves vivent à la surface des sédiments tourbeux et dans les sphaignes et la végétation aquatique (Figure 22) (Grand & Boudot, 2006). Dans les milieux où des poissons prédateurs sont présents, elles tendent à moins se déplacer et leur capacité de fuite augmente (Mikolajewski *et al.* 2010). La mortalité larvaire est élevée, par exemple plus de 50% des larves de derniers stades meurent avant l'émergence (Mulnet, 1995). Elle est densité-dépendante, le principal facteur de régulation, le cannibalisme, augmentant avec la densité larvaire (Mulnet, 1995). L'hiver précédent l'émergence s'effectue au dernier stade larvaire (Norling, 1976 ; Brochard *et al.*, 2012).

Les émergences sont globalement synchronisées et plus de la moitié de la population apparaît en 5 à

10 jours (Figure 23). Leur rythme est modulé par les conditions climatiques dont la pluviosité et la température (Mulnet, 1995). Elles sont souvent réalisées entre 10h et 12h et durent en moyenne 1h30 (Figure 26) (Mulnet, 1995). La mortalité lors de cette étape peut être forte (Figures 27E, 27F, 28B). Mulnet (1995) l'a quantifiée dans une tourbière du Puy-de-Dôme (tourbière de Saint-Genès-Champespe) : 23% des émergences échouaient dont 10,1% suite à la prédation et 12,9 % en raison de conditions climatiques défavorables. La période d'émergence dure au total entre 6 et 8 semaines. En Auvergne, elle s'étend de fin mai à mi-août, avec un pic situé entre la fin-juin et la mi-juillet selon les années (Mulnet, 1995). La maturation des jeunes adultes prend environ 9 à 15 jours. L'espèce est univoltine.

Les exuvies sont retrouvées principalement sur des végétaux qui se trouvent à moitié immergés, à une quinzaine de centimètres de la berge, côté eau (Figures 24, 25, 27A, 27B) (Mulnet, 1995 ; Doucet, 2007 ; Brochard *et al.*, 2012). Leur amplitude de répartition verticale et horizontale lors de l'émergence est étroite. Des phénomènes d'aggrégation des exuvies sont observables à plusieurs échelles spatiales, du m² au dm² (Figures 23, 25, 27C, 27D) (Mulnet, 1995). Ces caractéristiques facilitent la découverte des exuvies. Il ne semble pas y avoir de préférence particulière quant à l'identité des végétaux servant de support. Les émergences se font sur des linaigrettes, des joncs, des scheuchzéries, de la molinie, des carex et même sur de la callune en bordure de gouille. Tout dépend en fait des végétaux présents sur le milieu (Doucet, 2007).

Sur base de l'étude de 685 exuvies, Mulnet (1995) a montré que la proportion de mâles à l'émergence était légèrement inférieure à celle des femelles (47,66 % et 53,21 % respectivement). Toutefois, les femelles émergeaient en plus forte proportion en début de saison; puis ce phénomène s'inversait progressivement en cours de saison. Une étude CMR lui a ensuite permis de constater que le sexe-ratio passait à 66,22 % chez les imagos matures, en raison d'une espérance de vie moyenne plus élevée chez les mâles (25 jours pour 19 jours chez les femelles). Des tendances similaires (sexe-ratio en faveur des femelles à l'émergence puis inversion) ont été observées par Dolný *et al.* (2018) en République Tchèque. Ces auteurs ont estimé l'espérance de vie moyenne à 17 jours pour les mâles et à 5 jours pour les femelles. Toutefois, un mâle a été recapturé 39 jours après son marquage.

Les principaux prédateurs des Leucorrhines sont les fourmis, les araignées (Figures 27A-27E), les oiseaux (surtout Bergeronnettes et Pipits), les Grenouilles et les Lézards vivipares (Mulnet, 1995).

La Leucorrhine douteuse est capable de coloniser très rapidement des sites éloignés de plus d'un kilomètre (Mulnet, 1995 ; Kever *et al.*, 2014) et des études génétiques indiquent que l'espèce a de bonnes capacités de dispersion (Johansson *et al.*, 2017a). Cependant, des études CMR montrent que la majorité des individus sont philopatrics (ils restent fidèles à leur site d'origine) (Mulnet, 1995 ; Dolný *et al.*, 2018). Les déplacements moyens observés sont de l'ordre de 100 à 500 mètres.



Figure 20 : Comportement de mâles de *Leucorrhinia dubia*. (A) Lorsque les températures sont basses (matin, soirée, ciel nuageux), les individus se posent facilement sur des surfaces telles que des troncs morts afin de bien s'exposer et de gagner en chaleur. (B-D) Mâles surveillant leur territoire depuis la végétation rivulaire. (E-F) Mâles survolant leur territoire. [Baracuchet, 10.vii.18 (A), 17.vi.19 (B, F) ; Pradoux, 13.vii.18 (C, E), 29.vii.19 (D)].



Figure 21 : Accouplement (A) et séquences de ponte (B, C) chez *Leucorrhinia dubia*. [Baracuchet, 17.vi.19 (A) ; Pradou, 13.vii.18 (B, C)].



Figure 22 : Larves de *Leucorrhinia dubia*. (A-B) Les larves se tiennent principalement au milieu des sphaignes qui se développent sur le pourtour des trous inondés. (C-E) Différents stades (tailles différentes) co-existent au sein d'un même trou d'eau, comme cela peut être attendu chez une espèce dont le développement larvaire dure entre 2 et 5 ans [Baracuchet, 17.vi.19 (A) ; Pradou, 09.vii.19 (B), 13.vii.18 (D, E) ; Balayoux, 17.vii.18 (C)].



Figure 23 : Emergences synchronisées chez *Leucorrhinia dubia*. La majorité des larves émergent sur un laps de temps assez court. Il est alors possible de découvrir de nombreuses exuvies sur quelques décimètres de rive. Ici, 18 exuvies sont visibles (1-2 par cercle). [Balayoux, 24.vi.19].



Figure 24 : Exuvie de *Leucorrhinia dubia*. L'émergence s'effectue sur un support de la végétation riveraine ou émergée, le plus souvent à très faible distance de la surface. [Pradoux, 13.vii.18].



Figure 25 : Mâle émergent de *Leucorrhinia dubia*. Le même support avait déjà été utilisé par d'autres individus. [Balayoux, 24.vi.19].



Figure 26 : Etapes de l'émergence d'un mâle de *Leucorrhinia dubia*. (A) 14h03. (B) 14h14. (C) 14h34. (D) 14h58. [Balayoux, 24.vi.19].



Figure 27 : *Leucorrhinia dubia*. (A) Larve grim pant sur un support végétal pour réaliser sa mue imaginale. (B) Femelle émergente. (C) Trois exuvies en vue frontale. (D) Larve gagnant un support qui a déjà été utilisé par 4 autres individus. (E) Chez les libellules, de nombreux individus meurent au cours de l'émergence, suite à des malformations (E ; femelle) ou à des noyades par exemple (F ; mâle) [Baracuchet, 17.vi.19 (A, B, E) ; Balayoux, 24.vi.19 (C, D, F)].



Figure 28 : Prédation de *Leucorrhinia dubia*. Les prédateurs invertébrés sont principalement des araignées qui attrapent des individus volants (A, C-D) voire émergents (B). Les araignées (E) et les gerris (Hemiptera : Gerridae) (F) peuvent également s'attaquer à des individus posés sur l'eau, principalement des femelles à la ponte. Toutefois, les « attaques » concernent surtout des individus en train de se noyer voire déjà noyés [Baracuchet, 22.vii.19 (A), 17.vi.19 (B), 17.vii.18 (F) ; Pradoux, 09.vii.19 (C) ; Balayoux, 20.viii.18 (D), 17.vii.18 (E)].

d. Répartition

Leucorrhinia dubia est l'espèce du genre qui a la plus large répartition. Son aire s'étend de l'Europe au Japon (Figure 29). La majorité des populations de Sibérie centrale et orientale appartiennent à la sous-espèce *L. d. orientalis*, tandis que les populations européennes concernent la sous-espèce *L. d. dubia*. Dans une grande partie du nord de l'Europe et de Russie, la Leucorrhine douteuse est l'une des espèces printannières les plus communes et répandues. Dans le sud de l'Europe, elle devient rare et confinée aux régions montagneuses où elle peut être observée jusqu'à plus de 2 000 mètres d'altitude (par exemple : 2350 m en Savoie (Deliry, 2008)).

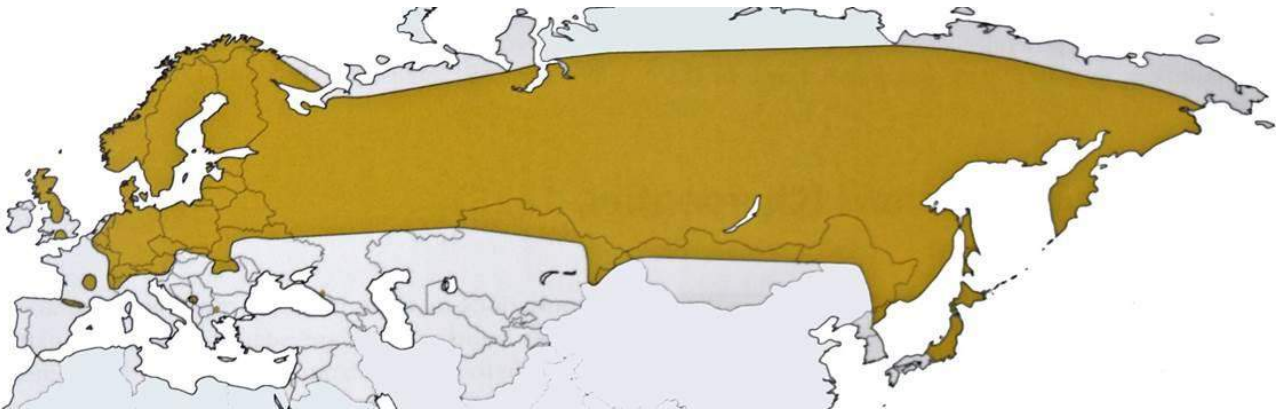


Figure 29 : Aire de distribution mondiale de *Leucorrhinia dubia*. (Source : Boudot & Kalkman, 2015).

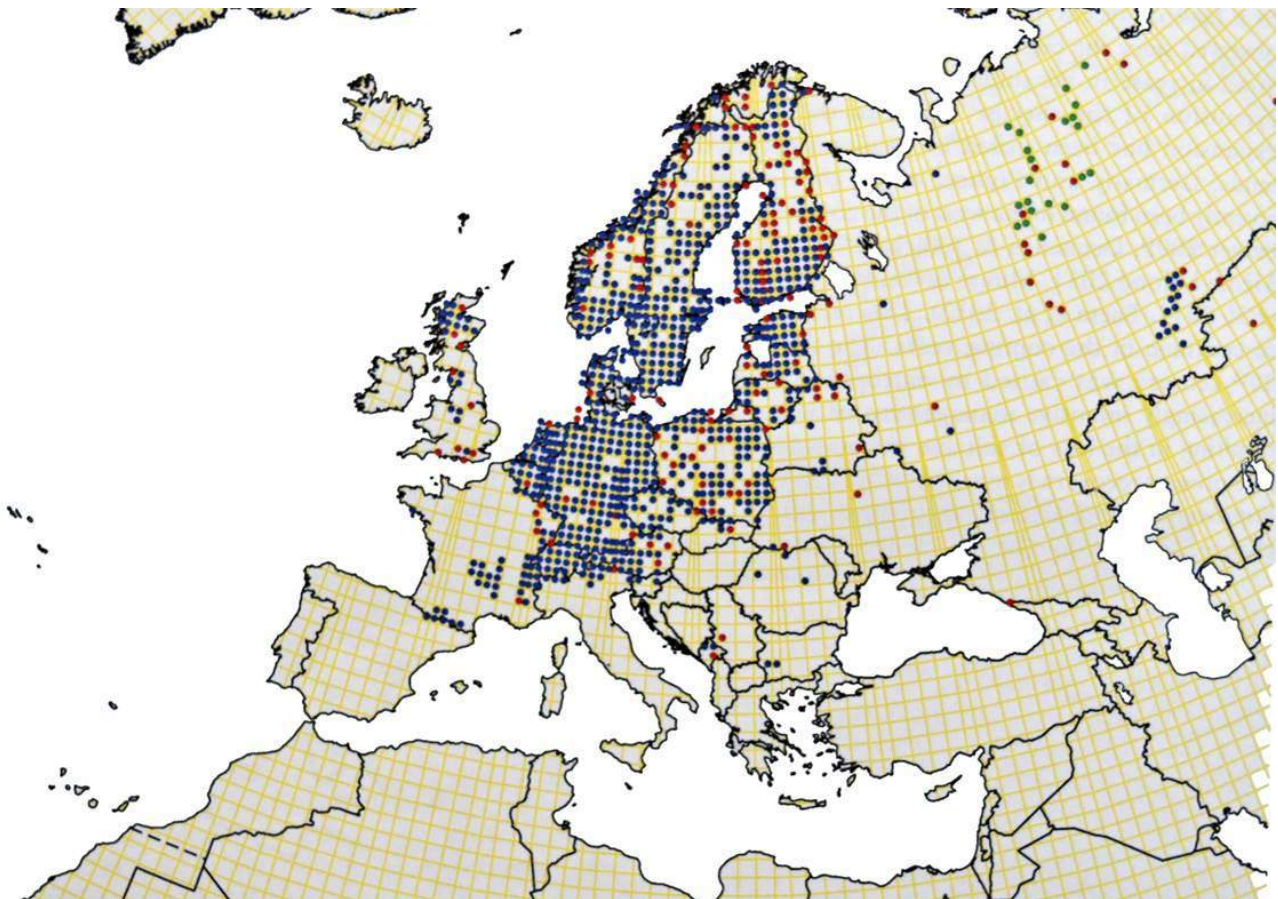


Figure 30 : Distribution de *Leucorrhinia dubia* en Europe. Rouge : données < 1990. Bleu : données \geq 1990. Vert : données douteuses (Source : Boudot & Kalkman, 2015).

En Europe, l'espèce est reportée d'Allemagne, Autriche, Belgique, Biélorussie, Bulgarie, Danemark, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Lettonie, Lituanie, Monténégro, Norvège, Pays-Bas, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Ukraine (Boudot & Kalkman, 2015 ; Figure 30).

Sa répartition européenne actuelle est largement héritée des périodes glaciaires quaternaires. Une étude génétique a montré que les populations françaises et suisses étaient probablement issues d'une recolonisation à partir d'un refuge situé dans la Péninsule Ibérique (Johansson *et al.*, 2017a).

En France, cette espèce est la plus commune des espèces du genre (Dijkstra, 2007 ; Soissons *et al.*, 2016). Elle est présente dans la plupart des tourbières des massifs montagneux (Figure 31) où elle peut être localement abondante. C'est l'unique Leucorrhine présente à haute altitude (Grand & Boudot 2006).

En Auvergne, la Leucorrhine douteuse est une espèce emblématique des milieux d'altitude. Elle est connue des quatre départements (Figure 32) et constitue un bon indicateur de l'évolution de ces milieux fragiles (Belenguier & Delpon, 2013 ; Soissons *et al.*, 2016).

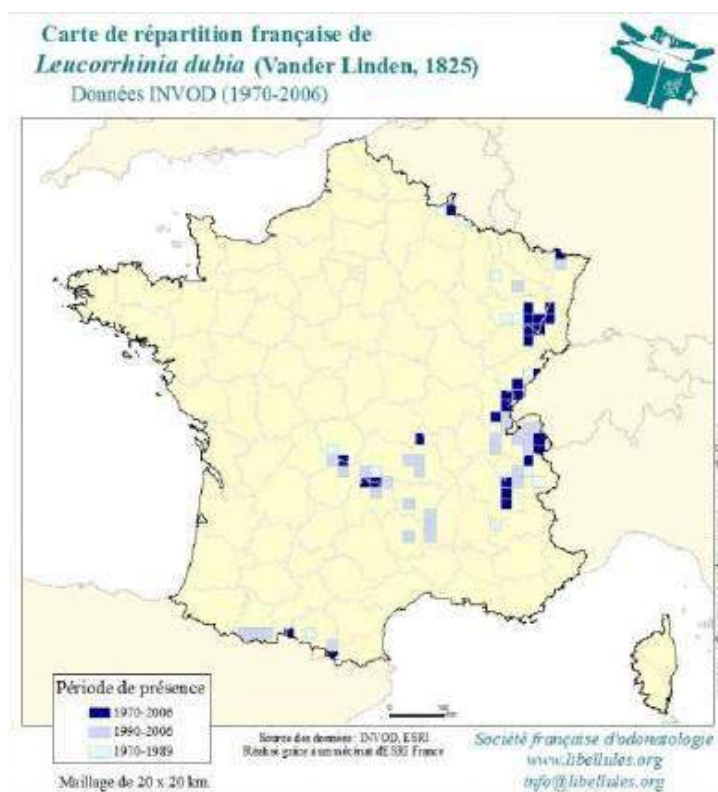


Figure 31 : Distribution de *Leucorrhinia dubia* en France. (Source : SFO – Mai 2007 ; INVOD, ESRI).

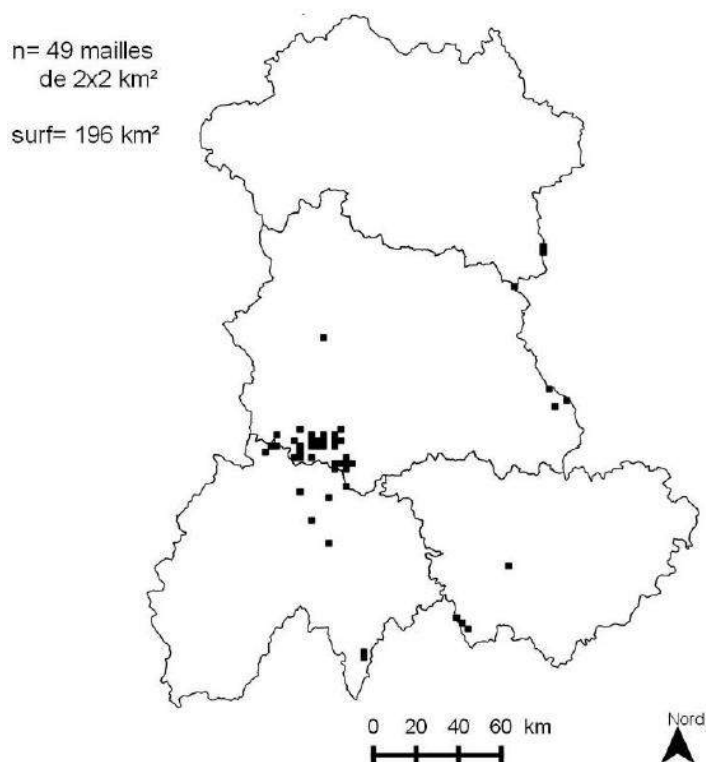


Figure 32 : Distribution de *Leucorrhinia dubia* en Auvergne. (Source : G.O.A., 2017).

e. Statut de conservation

Bien que l'espèce reste largement distribuée et commune dans le nord de son aire de distribution, son abondance a décliné au cours des dernières décennies dans les secteurs sud et ouest (Clausnitzer, 2009). Cette espèce a en effet souffert des multiples atteintes portées aux milieux tourbeux, par nature très isolés, fragmentés et exigus (destruction, drainage, pollution, piétinement et apports de nutriments excessifs par une charge en bétail non adaptée, etc.). Le développement d'activités piscicoles ou touristiques peut localement représenter une menace. L'évolution naturelle de ses habitats, qui entraîne un atterrissement des mares et fosses de tourbage, constitue également une menace importante (Grand & Boudot, 2006). Enfin, il est probable que le changement climatique global défavorise cette espèce orophile (Boudot & Kalkman, 2015).

La Leucorrhine douteuse n'est pas protégée au niveau européen mais elle est sur la liste rouge nationale et régionale (Tableau 3). Ainsi, le G.O.A. (2017) constate qu'en Auvergne certaines stations connues historiquement ont disparu. Les principales menaces identifiées sont la fermeture progressive des fosses de tourbage après l'arrêt de l'exploitation familiale de tourbe et l'empoisonnement.

Tableau 3 : Statuts de conservation de *Leucorrhinia dubia* (voir la partie Méthodologie pour des explications sur les différents statuts).

<i>Leucorrhinia dubia</i>	
Enjeu européen : Annexe II ou An. III Convention de Berne) ; An. II ou An. IV DHFF, ou sur LRE)	Non
Enjeu européen : An. II ou An. IV Directive Habitats-Faune-Flore	Non
Enjeu européen : CR, EN, VU ou NT en LRE)	Non
Tendance des populations en Europe	Globalement stable (Boudot & Kalkman, 2015)
Enjeu national fort (CR, EN, VU ou NT en LRN)	NT
Tendance des populations en France	Stable
PNA / PRA	PRA
Espèce concernée par la Trame Verte et Bleue en Auvergne	Oui
Enjeu régional (CR, EN, VU ou NT en LRR)	VU

METHODOLOGIE

1. Sites d'étude

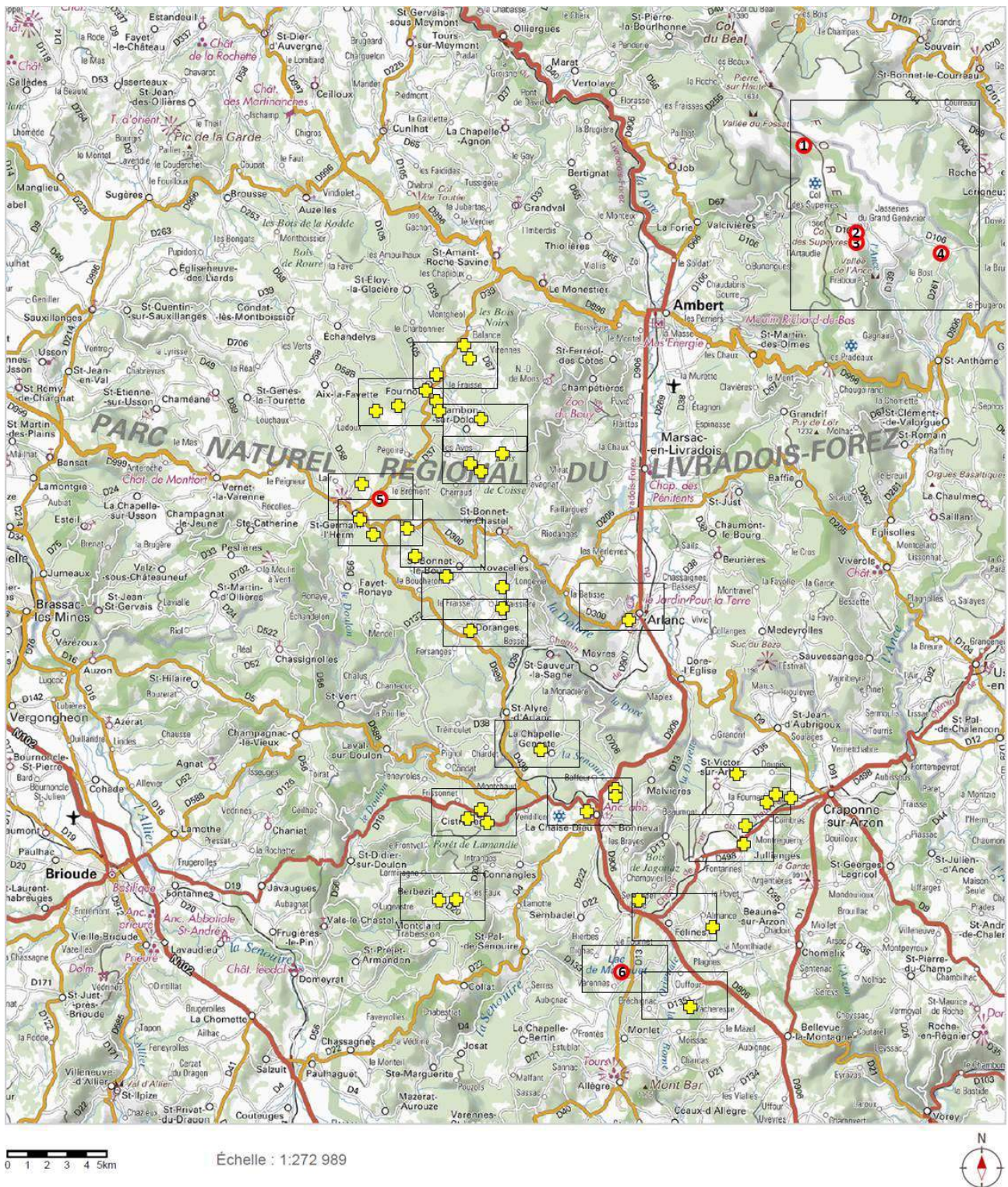


Figure 33 : Carte IGN du Livradois-Forez où les suivis (cercles rouges) et les prospections (croix jaunes) ont été réalisés. Les cadres noirs correspondent aux différentes cartes fournies dans la section Résultats. Les sites suivis pour *Leucorrhinia dubia* sont (1) Tourbière de Pradoux, (2) Tourbière de Pialoux, (3) Tourbière de Balayoux, (4) Tourbière de Baracuchet. Les sites suivis pour *Coenagrion lunulatum* sont (5) Etang de la Fargette, (6) Lac de Malaguet. (Source : CRAIG, consulté le 12/10/2019).

a. Sites de suivi de l’Agrion à lunules

• **Étang de la Fargette (Saint-Germain-l’Herm, 63)**

L’étang de la Fargette est une ZNIEFF de type 1 (identifiant national : 830005542)⁶ de 39,66 hectares, située à environ 1039 m d’altitude (Latitude/Longitude Lambert 93 (km) : 743,459/6485,337). Selon la fiche descriptive de la ZNIEFF :

« Il s’agit d’un petit étang artificiel du Livradois qui se situe dans un contexte de forêts (plantations de résineux [dont certaines ont été coupées quelques années avant le début de l’étude]) et prairies montagnardes [Figures 33, 34]. Il présente une assez bonne diversité d’habitats dont les plus typiques sont des ceintures pionnières continues d’*Equisetum* et *Carex*. L’étang évolue en tourbière et deux habitats déterminants de ces milieux tourbeux sont bien représentés : les marais de transition (Habitats n° 54.5 « Tourbières de transition » [2% de la superficie] et 51.1 « Tourbières hautes à peu près naturelles » [superficie non renseignée]) et les tourbières boisées (Habitat n° 44.A « Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères » ; 5% de la superficie) correspondant ici à un boisement clair de Pins sylvestres. Certains secteurs abandonnés par le pâturage évoluent vers la friche. L’étang, grâce à la bonne expression de ses ceintures et de ses milieux tourbeux bien conservés, plus particulièrement au nord-est de cet étang et au sud, présente d’assez bonnes potentialités biologiques. »

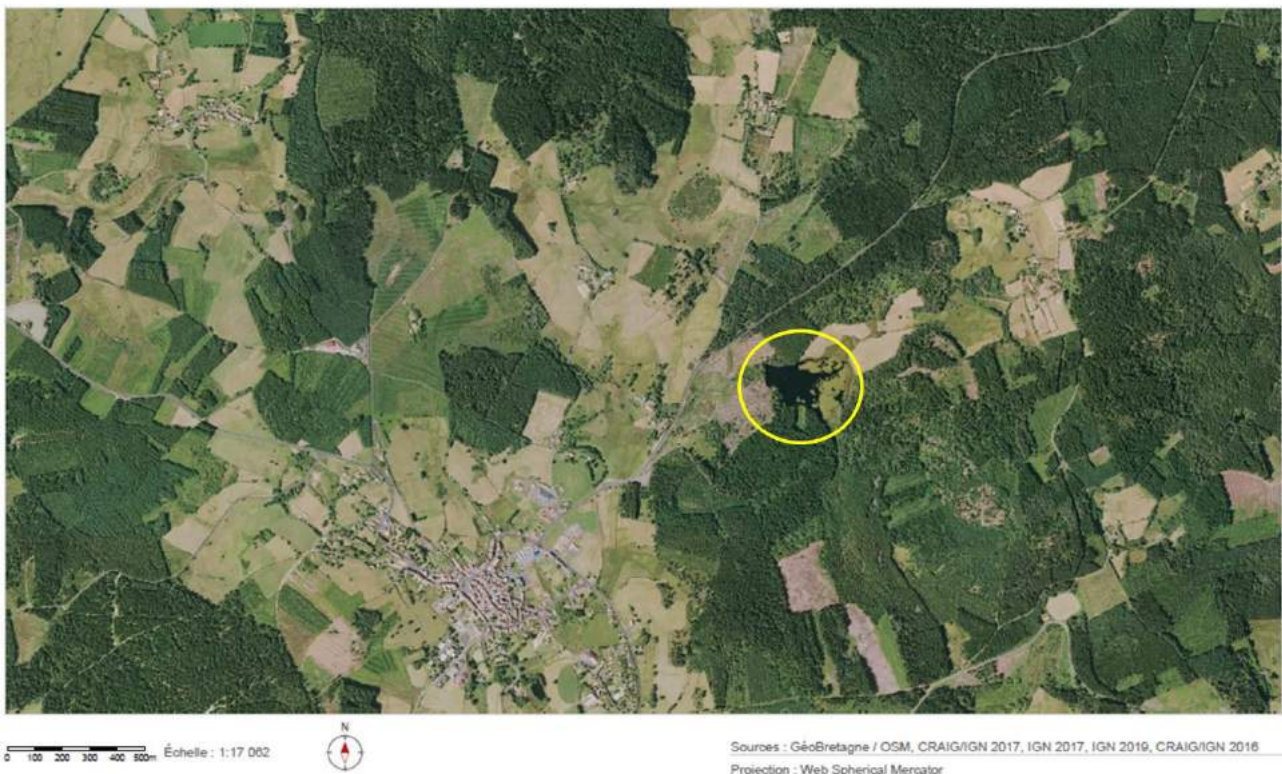


Figure 34 : Contexte paysager de l’Étang de la Fargette (cercle jaune). (Source : CRAIG).

⁶ <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/830005542.pdf>

- **Lac de Malaguet (Monlet, Sembadel, Félines, 42)**

Le lac de Malaguet est un plan d'eau artificiel dont l'origine remonterait au Moyen-âge (PNRLF, 2014). Il se situe entre 1025 et 1086 mètres d'altitude sur le plateau de La Chaise-Dieu au sud du Livradois (Figure 33).

Le lac de Malaguet est une ZNIEFF de type 1 (identifiant national : 830005538)⁷ de 31,67 hectares, (Lat./Long. : 755,646/6461,684). « L'intérêt principal de la ZNIEFF est constitué par un ensemble remarquable de gazons amphibies vivaces se développant sur les rives du lac et structurés par *Littorella uniflora*, *Eleocharis acicularis* et *Elatine hexandra* » (4% de la superficie).

Depuis septembre 2014, le site est également une Réserve Naturelle Régionale (RNR)⁸ d'une surface de 54,21 hectares. Bien que d'origine anthropique, ce plan d'eau présente un faciès de lac naturel, avec des eaux oligotrophes à mésotrophes (PNRLF, 2014).

Comme expliqué dans le dossier de classement de la RNR (PNRLF, 2014), « la faible inclinaison des berges du lac permet l'expression de ceintures de végétation d'une grande diversité, et la présence d'habitats lacustres d'intérêt patrimonial [Figure 36] tels que :

- Herbiers aquatiques à Fluteau nageant, *Luronium natans*, ou à Nitelle flexible, *Nitella flexilis* ;
- Gazons amphibies à Elatine à six étamines, *Elatine hexandra*, ou à Littorelle à une fleur, *Littorella uniflora*, et Scirpe épingle, *Eleocharis acicularis*, remarquablement étendus pour la région.
- Tourbière dégradée à Sphaignes, *Sphagnum* spp., présentant jusqu'à 2 m de profondeur de tourbe. »

« Les milieux agricoles alentour sont constitués de prairies de divers types, qui se répartissent selon le gradient d'humidité (prairies humides et mésophiles) et le type de pratique : prairies de fauche et pâtures [Figure 35]. Les prairies de fauche montagnardes en sont l'élément le plus remarquable, avec une grande diversité spécifique et la présence de plusieurs espèces patrimoniales ».

« Les milieux forestiers sont majoritairement composés de sapinières acidiphiles à structure généralement irrégulière, mais aussi de plantations résineuses. La singularité du site réside dans la juxtaposition d'un grand nombre d'habitats naturels sur une petite surface. Sa richesse écologique est en outre conditionnée par des pratiques agricoles, forestières et piscicoles qui assurent le maintien d'une diversité au sein même de chaque type de milieu naturel ».

« La moyenne annuelle des précipitations (période 1998-2012) est de 908 mm, avec une variabilité interannuelle qui peut être assez forte : 1262 mm en 2008 et 688 mm en 2009 par exemple. La bonne répartition saisonnière des précipitations est caractéristique d'un climat océanique, cependant l'hiver est fréquemment la saison la moins arrosée, ce qui dénote d'une tendance continentale. La température moyenne annuelle (période 1998-2012) est de 7,4°C, fluctuant entre -5,8°C en février et 25,1°C en août. Ces caractéristiques thermiques sont le reflet des influences continentales (forte variation saisonnière) et montagnardes (hivers froids) du climat local ».

« La majeure partie des apports hydriques du lac provient du ruisseau de la Borne, qui prend source à 4 km en amont. (...) Au maximum de son remplissage, la surface en eau du lac est de 22 ha. Sa profondeur moyenne est de 3 m, la profondeur maximum étant de 6,25 mètres au pied de la digue. Les fluctuations de hauteur d'eau, qui dépendent des précipitations et de l'évaporation mais aussi de

⁷ <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/830005538.pdf>

⁸ <http://www.reserves-naturelles.org/lac-de-malaguet> ; <http://www.reservenaturellemalaguet.fr/>

la régulation par le système de vidange, peuvent aller jusqu'à 1,25 mètres entre le maximum en fin de printemps et le minimum en début d'automne. Un niveau minimum permet une large exondation des berges au nord, où la pente est la plus douce (localement une dizaine de mètres entre le haut et le bas de berge). Ces caractéristiques hydrologiques et morphologiques sont à l'origine d'une grande richesse floristique ».

Une vidange périodique a lieu tous les 4 ans, avec chaulage léger après vidange (150 kg/ha environ). L'empoissonnement y est régulier, en salmonidés principalement (Truite fario, arc-en-ciel, gold), poissons blancs et Sandre (capacité totale de 2,2 tonnes). La pêche à la mouche est pratiquée en barque (PNRLEF, 2014).

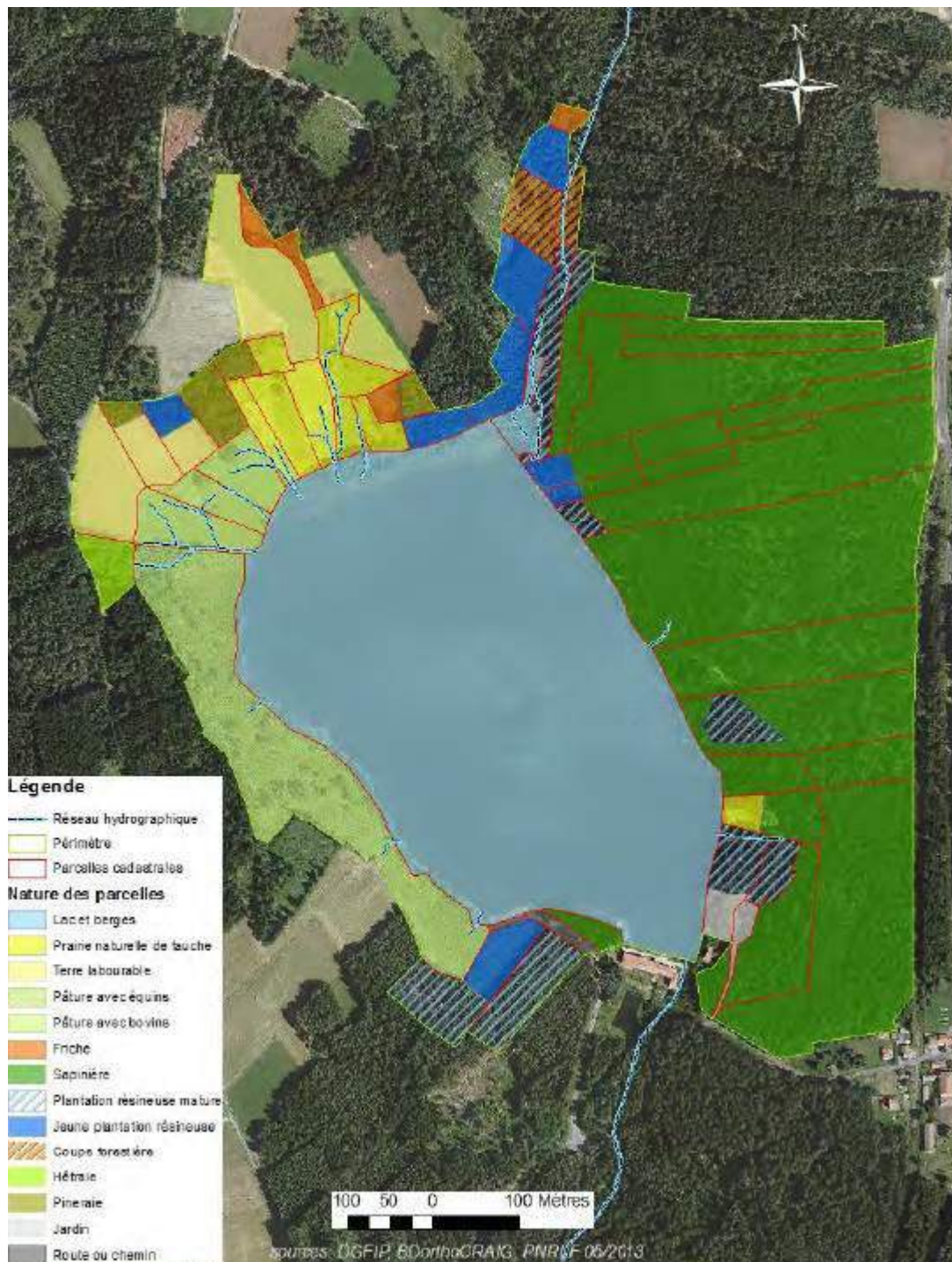
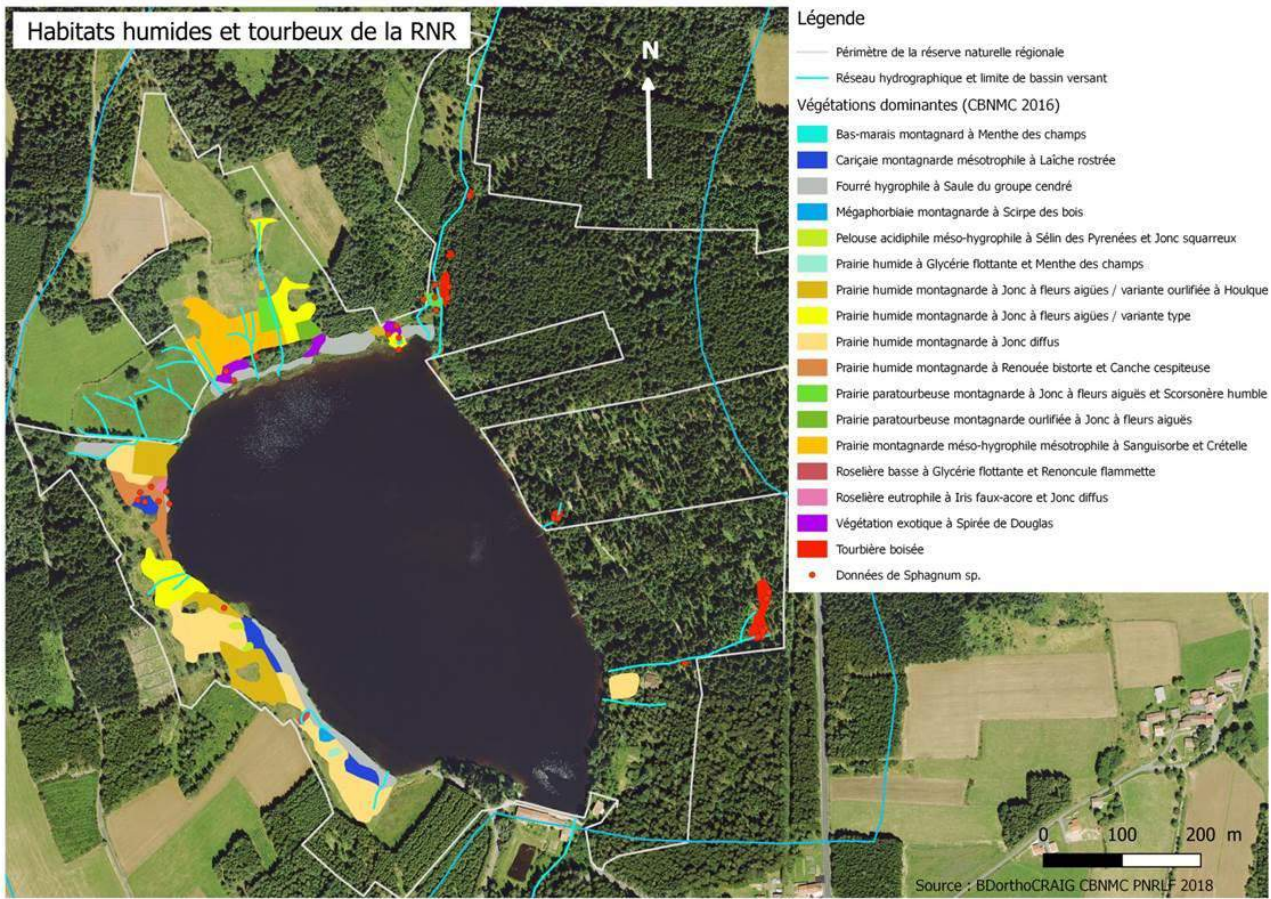


Figure 35 : Nature des parcelles au sein du périmètre de la RNR du Lac de Malaguet. (Source : PNRLEF, 2014).



suivant la typologie Corine biotopes

- 22.312 : Gazons à Eleocharis en eaux peu profondes
- 22.32 : Gazons amphibies annuels septentrionaux
- 22.432 : Communautés flottantes des eaux peu profondes
- 22.433 : Groupements de petits Potamots
- 22.442 : Tapis de Nitella

suivant la typologie phytosociologique

- 1 : Herbière aquatique à Nitella flexilis
[Nitellum flexilis Corill. 1957 / Nitellon flexilis Segal ex Krause 1969]
- 2 : Herbière aquatique à Renoncule du groupe aquatique et Callitriche à crochets
[Groupement à Ranunculus gr. aquatilis et Callitriche hamulata / Ranunculion aquatilis H. Passarge 1964]
- 3 : Herbière aquatique à Flûteau nageant et Potamot nageant
[Groupement à Luronium natans et Potamogeton natans / cf. Potamion polygonifolii Hartog & Segal 1964]
- 4 : Gazon amphibie à Elatine à six étamines
[Groupement à Elatine hexandra / Isoetes durandii-Juncetea bufonii Braun-Blanquet & Tuxen ex V. West., Dijk & Paschier 1946]
- 5a : Gazon amphibie exondable à Littorelle à une fleur et Scirpe épingle, variante typique
[Eleocharitetum acicularis Koch ex Almqvist 1929 / Eleocharion acicularis Pietsch 1967]
- 5b : Gazon amphibie exondable à Littorelle à une fleur et Scirpe épingle, variante à Scirpe des marais (Eleocharis palustris)
[Eleocharitetum acicularis Koch ex Almqvist 1929 / Eleocharion acicularis Pietsch 1967]
- 5c : Gazon amphibie exondable à Littorelle à une fleur et Scirpe épingle, variante à Scirpe épingle (Eleocharis acicularis)
[Eleocharitetum acicularis Koch ex Almqvist 1929 / Eleocharion acicularis Pietsch 1967]
- 5d : Gazon amphibie exondable à Littorelle à une fleur et Scirpe épingle, variante fragmentaire
[Eleocharitetum acicularis Koch ex Almqvist 1929 / Eleocharion acicularis Pietsch 1967]

Cartographie des herbiers aquatiques et des gazons amphibies



Cartographie des herbiers aquatiques et des gazons amphibies du Lac de Malaguet
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

Echelle : 1 / 3 000
0 20 40 60 80 100
Mètres
Fond cartographique : BD Ortho IGN 2008
Schéma écologique central IGN-CBN
SIG CBN Massif central, Décembre 2012

Figure 36 : Habitats humides et tourbeux (*en haut*) et herbiers aquatiques et gazons amphibies (*en bas*) présents au sein du périmètre de la RNR du Lac de Malaguet. (*Source* : BDorthoCRAIG CBNMC PNRLF 2018 [en haut], 2012 [en bas]).

b. Sites prospectés pour l'Agriion à lunules

En juin 2018 et juin 2019, nous avons recherché *Coenagrion lunulatum* sur 38 sites du Livradois, répartis entre 580 et 1113 mètres d'altitude (Figure 33 ; Tableau 4). La majorité des sites avaient été préalablement sélectionnés par examen de cartes IGN et satellites par Nathanaël Lefebvre (PNRLF ; Figure 37). Quelques autres sites ont été prospectés de façon opportuniste au cours de nos déplacements. Enfin, certains sites (6) font partie de ceux prospectés en 2014 et 2015 dans le cadre de l'étude de Barbarin & Lefebvre (2016). Ils ont été prospectés ici, soit parce qu'il s'agissait de sites historiques pour l'espèce (complexe du Plan de la Tour et de l'Etang des Prades), soit parce qu'il s'agissait de sites où l'espèce n'avait pas été trouvée mais où des habitats favorables étaient potentiellement présents (Etang de Marchaud, Vacheresse), soit parce qu'ils étaient sur notre route lors de nos déplacements (La Colombière, Lallabert). Ainsi, un total de 52 sites potentiels (sans compter l'Etang de la Fargette et le Lac de Malaguet) ont été prospectés au cours des deux études (20 sites par Barbarin & Lefebvre (2016) et 32 nouveaux sites dans le cadre de la présente étude).

La durée des prospections a été variable selon les sites, en fonction de leurs caractéristiques (accessibilité, types d'habitats présents, existence de données historiques, distance par rapport aux sites suivis, etc.). Certains n'ont été évalués qu'à distance (par ex. sites clôturés), d'autres ont été prospectés plusieurs heures. La majorité des sites n'ont reçu qu'une visite mais ceux qui étaient potentiellement les plus favorables ont été visités plusieurs fois (Tableau 4).

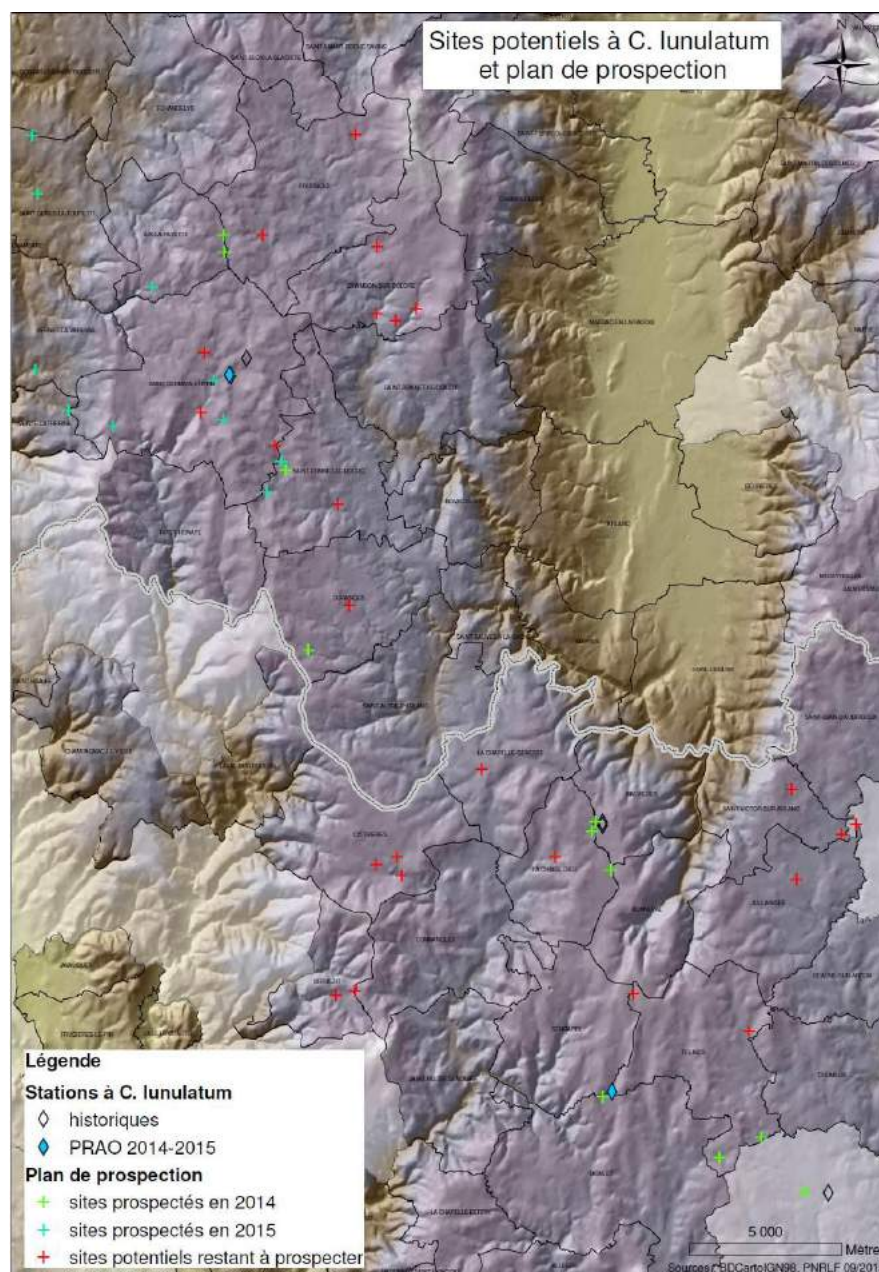


Figure 37 : Plan des prospections de sites potentiels à *Coenagrion lunulatum* prévu au début de la présente étude. Les sites ajoutés de façon opportuniste au cours de nos déplacements ne sont pas indiqués. Tous les sites prévus ont été prospectés (ou du moins évalués à distance lorsque l'accès n'était pas possible) sauf deux situés sur la commune de Chambon-sur-Dolore (difficulté d'accès). Les deux diamants bleus correspondent, au nord, à l'Etang de la Fargette, et au sud, au Lac de Malaguet. Le PNRLF nous avait fourni une lettre de mandat (Annexe 5) à présenter éventuellement aux propriétaires ou gestionnaires des sites afin d'expliquer les objectifs de notre étude. (Carte : Nathanaël Lefebvre, PNRLF).

Tableau 4 : Sites du Livradois prospectés en juin 2018 et juin 2019 pour rechercher *Coenagrion lunulatum*. B&L indique les sites qui avaient déjà été prospectés en 2014 et/ou 2015 par Barbarin & Lefebvre (2016). Les latitudes et longitudes sont en Lambert 93 (km). T°C : température ambiante (°C) lors des prospections. % N : couverture nuageuse (en %) ; Vent : Force du vent selon l'échelle de Beaufort. Les communes sont ordonnées selon leur position du nord vers le sud, et de l'ouest vers l'est.

	Commune	Site (Lieu-dit)	B&L	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Date	Heure	Durée	T°C	% N	Vent
1	Fournols	Marliangues		747,5414414	6493,234419	1033	25/vi/18	11h45-12h	0h15	18	0-25	1
2	Fournols	Espinasse		747,19813222	6492,769046	1024	25/vi/18	10h-11h20	1h20	23	0	1
3	Fournols	Moulin-Rouge		746,141819	6491,958974	963	20/vi/18	15h-15h30	0h30	25	25-50	2
4	Fournols	Bois des Sucs		745,6988274	6490,289829	1000	25/vi/18	12h30-14h30	2h	17-20	0-25	1
5	Fournols	La Colombière (N. et Sud)	Oui	744,5743618	6489,818862	1023	25/vi/18	14h45-16h30	3h45	20	25-50	1
6	Fournols	Etang du bourg		746,9299134	6490,977756	985	20/vi/18	-	0h	-	-	-
7	Fournols	Le Forestier (Nord)		745,6753105	6490,536447	986	20/vi/18	-	0h	-	-	-
8	Fournols	Le Forestier (Sud)		746,2417376	6490,20133	983	20/vi/18	-	0h	-	-	-
9	Chambon-sur-Dolore	Le Grenouiller		748,7822711	6489,850719	1010	25/vi/18	16h40-17h	0h20	20	0-25	1
10	Chambon-sur-Dolore	Le Moulin du Mas		748,583349	6487,56631	897	25/vi/18	17h05-17h20	0h15	20	0-25	1
11	Saint-Germain-l'Herm	Les Prés du Pommerel		743,6225089	6486,387816	1063	18/vi/18	15h15-16h15	1h	15	100	1
12	Saint-Germain-l'Herm	Etang du bourg		743,4180732	6484,597126	1015	20/vi/18	15h55-16h	0h05	25	50-75	1
13	Saint-Germain-l'Herm	Lallabert	Oui	744,0726378	6484,139029	1058	20/vi/18	16h10-16h20	0h20	25	50-75	1
14	Saint-Germain-l'Herm	Le Pin		745,0296905	6483,899144	1035	20/vi/18	16h40-17h30	0h50	24	25-50	0
15	Saint-Bonnet-le-Bourg	Etang de Marchaud	Oui	746,2549901	6482,643385	983	20/vi/18	18h-20h	2h	26	0-25	1
							24/vi/18	11h45-19h	7h15	16-22	25-50	1
							16/vi/19	14h-17h30	3h30	19	25-75	0
16	Saint-Bonnet-le-Bourg	La Grange		747,7848657	6481,390213	947	25/vi/18	17h55-18h	0h05	20	0-25	0
17	Novacelles	Le Redondet		751,087824	6481,231562	895	25/vi/18	19h20-19h25	0h05	19	0	0
18	Arlanc	La Tuilerie		756,9248212	6479,555026	580	27/vi/19	17h30-18h	0h30	36	0	0
19	Doranges	Le Boucheron		750,8784975	6480,273497	924	25/vi/18	18h35-19h15	0h40	19	0	0
20	Doranges	Losfouroux		748,7375659	6479,022248	957	25/vi/18	18h15-18h25	0h10	20	0-25	0
21	La Chapelle-Geneste	Station d'Épuration		751,3755181	6472,750266	983	29/vi/18	10h30-10h45	0h15	16	75-100	0
22	Cistrières	Les Champetières		749,1377369	6469,677933	998	29/vi/18	12h05-13h15	1h10	16-24	25-50	0
23	Cistrières	Trapoutin		749,3142853	6469,370837	984	29/vi/18	11h-12h	1h	16	25-50	1
24	Cistrières	Bourg		749,3546101	6469,772209	990	29/vi/18	-	0h	-	-	-
25	La Chaise-Dieu	Plan d'eau de la Tour	Oui	756,6741214	6471,346604	1015	08/vi/18	11h-11h40	0h40	18	75-100	2 (pluie fine intermittente)
26	La Chaise-Dieu	Etang des Prades	Oui	756,1991488	6470,941216	1020	08/vi/18	11h40-15h30	3h50	18	75-100	2 (pluie fine intermittente)
							27/vi/19	11h20-13h	0h40	31-33	0	0
27	La Chaise-Dieu	Lorme		754,6220744	6469,662228	1010	29/vi/18	14h-15h20	0h40	19	50-75	2
28	St-Victor-sur-Arlanc	Courbevaïsse		765,1212904	6470,843623	928	27/vi/19	16h30-17h	0h30	36	0	0
29	St-Victor-sur-Arlanc	Ramel (petit étang)		764,7075833	6470,870131	936	27/vi/19	15h20-15h50	0h30	34	0	1
30	St-Victor-sur-Arlanc	Ramel (grand étang)		764,0334363	6470,832264	928	27/vi/19	16h-16h20	0h20	34	0	1

	Commune	Site (Lieu-dit)	B&L	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Date	Heure	Durée	T°C	% N	Vent
31	St-Victor-sur-Arlanc	Fareyre		762,3441414	6472,203278	1000	27/vi/19	14h45-15h05	0h20	34	0	1
32	Jullianges	Bourg		762,5384974	6468,04041	931	27/vi/19	13h55-14h15	0h20	34	0	0
33	Jullianges	Pressac		763,050843	6469,032832	959	27/vi/19	14h20-14h30	0h10	35	0	0
34	Berbezit	Etang de Berbezit		747,5605908	6465,346597	935	29/vi/18	16h30-17h45	0h15	19-26	0-25	1
35	Berbezit	Le Poux		748,2126812	6465,505892	1013	29/vi/18	15h45-16h30	0h15	19	0-25	0
36	Félines	Almance		761,5277137	6464,605843	980	29/vi/18	19h10-19h45	0h35	21	25-50	2
37	Félines	Etang du Bois Noir		756,4620205	6465,976698	1113	29/vi/18	18h30-18h55	0h15	21	0-25	0
38	Félines	Vacheresse	Oui	760,5236076	6460,369372	993	13/vi/19	15h30-17h30	2h	21	0-25	1

c. Sites de suivi de la *Leucorrhine douteuse*

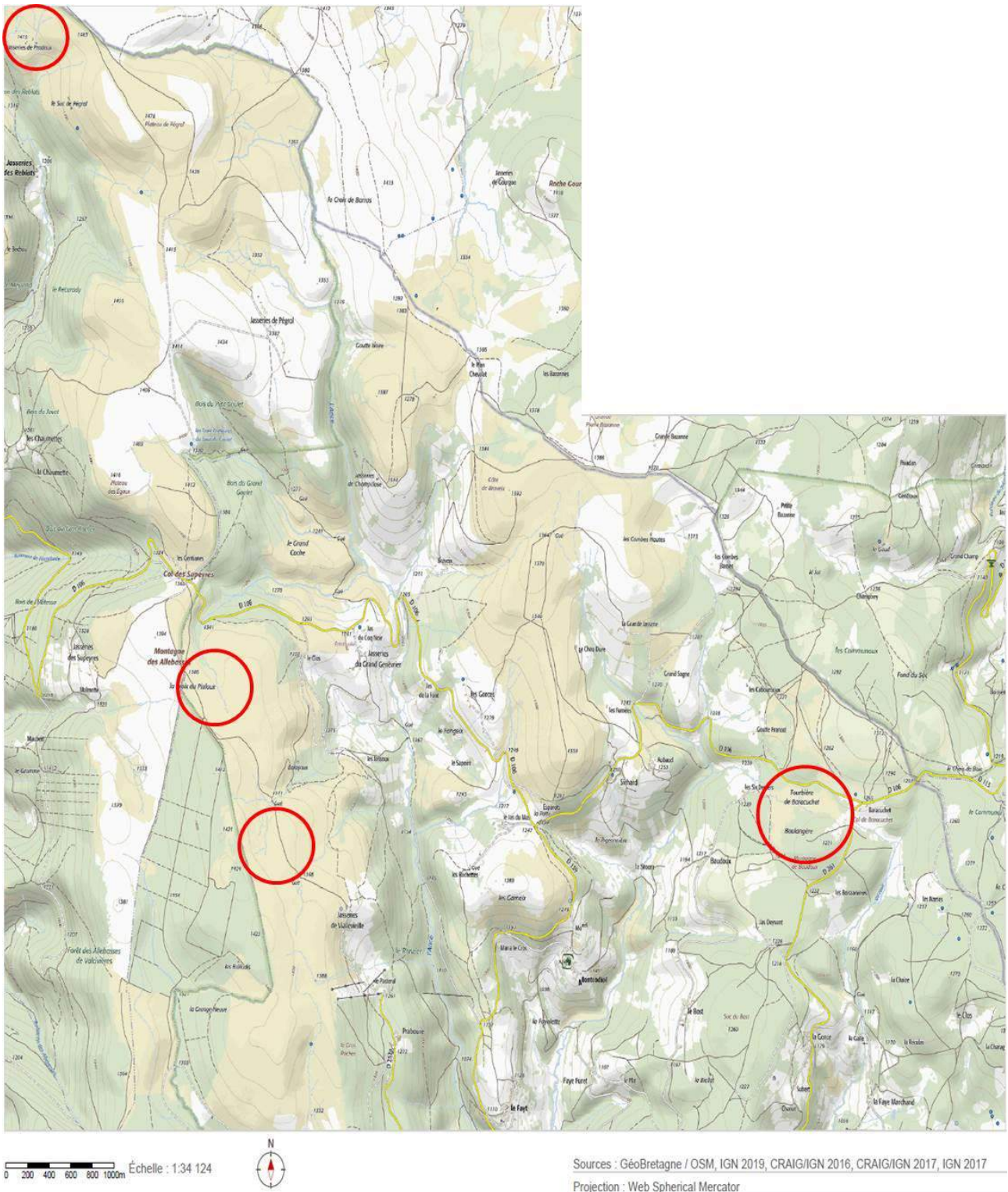


Figure 38 : Carte IGN du Forez où les suivis (cercles rouges) de *Leucorrhina dubia* ont été réalisés. Du nord au sud et de l'ouest à l'est : Tourbière de Pradoux, (2) Tourbière de Piaux, (3) Tourbière de Balayoux, (4) Tourbière de Baracuchet. Toutes ces tourbières sont incluses dans la ZNIEFF de type 2 « Haut-Forez » (830007454)⁹. (Source : CRAIG).

⁹ <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/830007454.pdf>

- **Tourbière de Pradoux (Valcivières, 63)**

La Tourbière de Pradoux (Figure 38) est une ZNIEFF de type 1 (identifiant national : 830005452)¹⁰ de 27,43 hectares, située à environ 1426 m d'altitude (Lat./Long. : 764,377/6503,685). Selon la fiche descriptive de la ZNIEFF :

« Ces tourbières sont situées dans la partie centrale des Hautes-Chaumes du Forez à une altitude importante, dans un contexte de forte activité pastorale (bovins). Elles apparaissent sous forme de mosaïque regroupant plusieurs belles lentilles tourbeuses (haut-marais, habitat déterminant), des marais de transition (habitat déterminant) et quelques parvocariçaies, des formations hygrophiles d'origine anthropique, évoluant en prairies marécageuses, et des milieux interstitiels (callunaie, nardaie). On remarque des "schlenkens" ou dépressions inondées sur tourbe sur les lentilles (notamment la principale au nord), alors que la partie sud abrite une tourbière de pente où abonde la Droséra à feuilles rondes. »

Comme expliqué par Barbarin & Lefebvre (2016) : « Il s'agit [pour *L. dubia*] d'un site historique (données de 1997) (...). Il s'agit d'une des rares tourbières sur laquelle des fosses de tourbage ont été creusées par le passé. Aussi, certaines d'entre elles sont toujours présentes et en eau, bien qu'elles semblent s'être fortement refermées par la progression de la végétation. »

- **Tourbière de Pialoux (Valcivières, 63)**

Ce site ne faisait pas initialement partie des stations de *L. dubia* à suivre. Toutefois, sa proximité vis-à-vis de celle de Balayoux nous a incités à l'intégrer même si aucune donnée concernant l'espèce n'y avait jamais été reportée. Elle est à environ 1376 m d'altitude (Lat./Long. : 766,194/6498,900).

Cette tourbière, appelée également « Tourbière de la Croix du Pialoux », forme avec celle de Balayoux une ZNIEFF de type 1 (830000188)¹¹ qui a une superficie de 35,83 hectares. Selon la fiche de la ZNIEFF, ces deux tourbières « sont situées sur le versant est de la montagne des Allebasses, dans le massif granitique du Forez. Elles sont dominées par un haut-marais à Sphaignes présentant les différents stades d'évolution, et comportent également des marais de transition (habitats tous deux déterminants). Le bas-marais acide et les végétations de sources sont bien représentés. Des prairies humides oligotrophes (*Juncion squarrosi*) ou eutrophes (*Juncion acutiflori*, *Calthion*) accompagnent les tourbières proprement dites, et sont environnées par des formations plus mésophiles (lande à Callune, nardaie) ».

Barbarin & Lefebvre (2016) notaient : « [Cette tourbière] reste relativement sèche avec des boisements qui la parsèment. Le long de la rase/ruisseau qui la traverse, apparaissent des fosses avec de l'eau résiduelle (dans le contexte très sec de 2015) ».

- **Tourbière de Balayoux (Saint-Anthème, 63)**

Cette tourbière constitue, avec celle de Pialoux, une ZNIEFF de type 1 (830000188). Elle est située à environ 1378 m d'altitude (Lat./Long. : 766,608/6498,094). Une large fosse de tourbage a été récemment creusée dans sa partie sud ; 21 exuvies de *L. dubia* y ont été collectées le 19 août 2015 (Barbarin & Lefebvre, 2016).

¹⁰ <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/830005452.pdf>

¹¹ <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/830000188.pdf>

- **Tourbière de Baracuchet (Saint-Anthème, 63)**

La Tourbière de Baracuchet (Figure 38) est une ZNIEFF de type 1 (identifiant national : 830000189)¹² de 44,39 hectares, située à environ 1248 m d'altitude (Lat./Long. : 771,454/6497,929). Selon la fiche descriptive de la ZNIEFF :

« La tourbière de Baracuchet prend place au milieu d'anciens pâturages montagnards colonisés par le Pin sylvestre dans le sud-est des Monts du Forez. Le haut-marais (habitat déterminant) y est très bien représenté avec des stades allant des coussins de Sphaignes exondés jusqu'au stade à Callune et Scirpe cespiteux. Le marais de transition (habitat déterminant) engaine les "buttes" du haut-marais au nord, et s'étend assez largement dans la partie centrale, traversée par un ruisseau. Des secteurs tourbeux sont boisés (habitat déterminant) par le Pin sylvestre (nord-est) ou par le Bouleau (centre). Des boulaies-saulaies marécageuses prennent place aux alentours des hauts-marais, l'ensemble étant environné par des prairies humides oligotrophes (plus rarement eutrophes) qui occupent le restant de la cuvette. En pourtour, une pinède de Pin sylvestre laisse parfois place à des nardaies. Les secteurs les plus intéressants correspondent aux marais de transition du centre et du nord-est, avec la plus forte concentration d'espèces végétales protégées: Andromède, Laïche des boubiers, Laïche pauciflore et Canneberge à gros fruits. On note également la Droséra à feuilles rondes, et une espèce non protégée et non en liste rouge cependant intéressante car rare dans le Forez, l'Airelle rouge (plus belle station du Puy-de-Dôme), sous les Pins sylvestres. (...) Le site de Baracuchet, avec 11 milieux tourbeux ou humides (...) vient en première place parmi les tourbières du Forez ».

Barbarin & Lefebvre (2016) expliquaient : « Sur cette tourbière, les faciès demeurent très secs (touradons). (...) Au niveau de l'unique fosse de quelques dizaines de m², qui a été recréée en 2006 par le CEN Auvergne, la Leucorrhine douteuse est présente ».

2. Méthodes d'échantillonnage

a. Imagos

Le protocole utilisé s'est inspiré de celui préconisé dans les suivis de type STELI (SFO & MNHN, 2011). Cette méthode cherche à établir une liste la plus exhaustive possible des espèces d'Odonates présentes sur un site, au cours d'inventaires durant entre 30 minutes et une journée selon la taille du site à prospecter. Les recherches d'imagos sont effectuées à vue avec, éventuellement, capture au filet à papillons et relâche immédiate des individus appartenant aux espèces à identification délicate. Cette approche pour un entomologiste averti suffit pour la détermination spécifique. Nous avons utilisé également des jumelles Swarovski 8,5 x 42 pour détecter et identifier les espèces qui ne s'approchent que rarement des rives ou qui ne volent qu'en hauteur (Figure 39A).

Les effectifs (précis pour les espèces cibles [*C. lunulatum* et *L. dubia*], par classe d'abondance pour les autres ; Tableau 5), les stades biologiques (adulte, immature, émergent) et les comportements liés à la reproduction (territorialité, tandem, accouplement, ponte) sont notés (voir fiche de terrain en annexe).

Dans la majorité des cas, le site entier était parcouru : les rives, tout autour du plan d'eau, et les trous d'eau périphériques, mais également les haies et les habitats un peu plus éloignés de la zone humide (prairies, lisières forestières...) car ce sont des refuges et des sites de chasse potentiels pour certaines espèces.

¹² <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/830000189.pdf>

Pour les sites suivis, trois passages par an étaient initialement prévus, avec au maximum 15 jours entre chaque passage. Finalement, nous avons réalisé entre 6 et 10 passages au cours des deux années de suivi (Tableau 6) afin de mieux étudier les populations suivies, de préciser les phénologies et de compléter le cortège d'espèces associées aux libellules cibles. La tourbière de Pialoux, site dont le suivi n'était pas prévu initialement a été visité 6 fois (4 en 2018 et 2 en 2019 ; Tableau 6).

A chaque fois que cela était possible, nos observations ont été documentées par des photographies afin de conserver une trace vérifiable de nos données. Ainsi, toutes les photographies présentes dans ce rapport proviennent des sites prospectés dans le cadre de cette étude (sauf mention contraire éventuelle).

Tableau 5 : Classes d'abondance utilisées pour quantifier les effectifs des espèces d'Odonates non ciblées par l'étude.

Classe	Abondance	Nombre d'individus
I	Très faible	1
II	Faible	2-10
III	Moyenne	11-50
IV	Elevée	51-100
V	Très élevée	>100

b. Exuvies

La recherche d'exuvies de *Leucorrhinia dubia* a été systématique. Celles des autres espèces d'Anisoptères ont également été collectées sur les quatre sites suivis pour *L. dubia* dans le Forez (Figure 39B). Pour ces sites, nous avons collecté les exuvies en visant l'exhaustivité.

Les exuvies de *Coenagrion lunulatum* et des autres Zygoptères n'ont pas été recherchées même si quelques récoltes opportunistes ont eu lieu. Les exuvies de Zygoptères sont en effet plus fragiles et d'identification plus délicate que celles des Anisoptères. Par ailleurs, leur nombre, souvent très élevé (plusieurs centaines voire milliers sur certains sites), rend leur étude trop coûteuse en temps.

Des exuvies d'Anisoptères ont également été collectées à l'étang de la Fargette, au lac de Malaguet et aux autres sites du Livradois où des prospections ont eu lieu, sans toutefois rechercher l'exhaustivité. Toutes les exuvies ramassées ont été comptabilisées et sexées à l'aide d'une loupe binoculaire *Leica S8APO*.

Cette recherche d'exuvies est importante car elle permet de confirmer la reproduction des espèces sur le site et de quantifier le nombre d'individus, notamment pour les espèces qui s'éloignent rapidement de leur habitat larvaire et pour lesquelles, de ce fait, les abondances à partir d'imagos sont plus imprécises (Lolive & Hennequin, 2007 ; Belenguier & Delpon, 2015 ; Doucet & Najean, 2016). Chaque espèce possède des exigences propres en ce qui concerne les micro-habitats utilisés pour l'émergence (végétation herbacée ou arbustive, surface bien exposée ou non, zone dénudée, pierre, proche ou non de l'habitat aquatique...). Ces caractéristiques sont, pour les espèces européennes, bien connues (Brochard *et al.*, 2012). Ainsi, une recherche à vue dans les micro-habitats utilisés par les espèces cibles et aux périodes d'émergence permet de compléter efficacement les inventaires d'imagos. Ainsi, les exuvies de *L. dubia* ont été recherchées dans les premiers décimètres de la végétation riveraine, autour des gouilles et des fosses de tourbage.

c. Larves

Comme pour la récolte des exuvies, l'étude des larves peut amener la preuve d'une reproduction effective sur le site et peut donner une évaluation pertinente de l'importance des populations. En particulier, les espèces discrètes à l'état imaginal peuvent être plus facilement détectées. Enfin, ces prospections ont l'avantage de pouvoir être effectuées par toutes conditions météorologiques. Les larves de *Leucorrhinia dubia* ont été recherchées au filet troubleau (Figure 39C). Trois sondages ont été réalisés par site afin de confirmer la présence de l'espèce et de décrire les populations larvaires. Les larves ont ensuite été relâchées sur le lieu de capture afin de ne pas impacter les populations.



Figure 39 : Méthodologie. (A) Les **imago**s été recherchés à vue et à l'aide de jumelles, éventuellement capturés et/ou photographiés pour confirmer l'identification. (B) Les **exuvies** d'Anisoptères ont été recherchés. Les points d'émergence les plus remarquables ont été identifiés à l'aide d'un GPS. (C) Les **larves** de *L. dubia* ont été recherchés à l'aide d'une époussette. [Etang de Marchaud, 16.vi.19, photo : Tania Arias-Penna (A) ; Pradoux, 09.vii, 19 (B) ; 13.vii.18 (C)].

3. Dates des prospections

Les prospections ont été réalisées de façon à correspondre à la période de vol des espèces cibles (Tableaux 4, 6) :

- *Coenagrion lunulatum* : mi-mai à début juillet (le pic régional de présence des imagos ayant lieu au cours de deux premières décades de juin) ;
- *Leucorrhinia dubia* : entre mi-juin et mi-août (le pic régional étant habituellement situé entre la fin-juin et début juillet).

A l'étang de la Fargette, un passage tardif (02 août 2018) avait pour but de compléter le cortège d'espèces de libellules associées à *C. lunulatum*.

Tableau 6 : Dates des prospections en 2018 et 2019 pour les différentes missions et sites de l'étude.

	<i>Coenagrion lunulatum</i>			<i>Leucorrhinia dubia</i>			
	Fargette	Malaguet	Livradois	Balayoux	Baracuchet	Pialoux	Pradoux
Juin 2018	02, 07, 18, 20	08, 19, 26	08, 18, 20, 24, 25, 29	21	21	21	
Juillet 2018	11			17	10, 17	17	13
Août 2018	02			06, 20	06, 20	06, 20	04, 20
Mai 2019	15, 24						
Juin 2019	19, 27	13, 25	13, 16, 27	24	17	24	24
Juillet 2019		01		02, 22	02, 22	22	09, 29
Total (nombre de dates)	10	6	9	7	8	6	6

4. Conditions météorologiques

Les prospections ont été réalisées lors de conditions météorologiques les plus optimales possibles pour l'activité des odonates, c'est-à-dire par temps sec et ensoleillé, avec peu ou pas de vent, en évitant les journées qui suivent des orages violents ou de fortes pluies. Toutefois, la journée du 08 juin 2018 a présenté une météo mitigée avec des éclaircies entrecoupées de pluies fines, et une forte grêle est tombée au cours de la nuit précédant nos prospections du 02 juillet 2019 dans le Forez. Lors de nos prospections, nous avons relevé la température ambiante (°C), l'ensoleillement (% de nuages : 0-25%, 25-50%, 50-75%, >75%), et la force du vent sur base de l'échelle de Beaufort (Tableau 7). L'annexe 1 présente un résumé des conditions météorologiques ayant eu lieu dans le Puy-de-Dôme en mai-août 2018 et mai-août 2019. Notons notamment que l'année 2019 a été globalement fort sèche, avec des épisodes de canicule en juin et juillet.

Tableau 7 : Echelle de Beaufort pour évaluer la force du vent. Il s'agit d'une échelle empirique comprenant 13 niveaux (de 0 à 12). Seuls les 6 premiers niveaux sont décrits ici car, en pratique, les prospections de libellules se réalisent uniquement par temps calme et ensoleillé.

Force	Termes	Vitesse (kmh)	Effets à terre
0	Calme	<1	La fumée monte verticalement, les feuilles des arbres ne témoignent aucun mouvement.
1	Très légère brise	1 à 5	La fumée indique la direction du vent, les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	6 à 11	On sent le vent sur le visage ; les feuilles s'agitent ; les girouettes s'orientent.
3	Petite brise	12 à 19	Les drapeaux flottent au vent ; les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	20 à 28	Les poussières s'envolent ; les petites branches plient.
5	Bonne brise	29 à 38	Le tronc des arbustes et arbrisseaux en feuilles balance ; la cime de tous les arbres est agitée ; des vaguelettes se forment sur les eaux intérieures.

5. Variables environnementales

Lors de nos prospections sur les différents sites, nous avons relevé les variables environnementales suivantes (voir fiche de terrain en Annexe 2) :

- habitats dominant et secondaires ;
- milieux environnants ;
- présence d'eau libre ;
- Taille de l'habitat mare (<50 m²), étang (50 m² à 450 m²), lac/réservoir (>450 m²) ;
- structure des berges : pentes douces, abruptes, mixtes ;
- structure des rives (nues, herbacées, présence de ligneux), indicative de l'ensoleillement du plan d'eau ;
- végétation aquatique : estimation visuelle de la proportion de recouvrement des plantes flottantes (lentilles...), héliophytes (carex, prèles...), hydrophytes (potamots, myriophylles...)
- éléments témoignant des usages sur le site :
 - o gestion agricole (clôtures, bétail bovin/ovin, autres) ;
 - o gestion forestière (plantation (espèces ?), traces de coupes, autres) ;
 - o gestion piscicole : aménagements, présence de pêcheurs ;
 - o gestion cynégétique (aménagements, traces d'agraine) ;
 - o loisirs : traces de véhicules à moteur, sentiers pédestres ;
 - o présence de captage AEP / autres captages (domestique ou agricole) ;
- éléments témoignant de l'état de conservation/menaces (drainage, piétinement, plantation, déprise, déséquilibre trophique, poissons, amphibiens, autre).
- Pour *Leucorrhinia dubia*, les dimensions et profondeur de la/les pièces d'eau (fosses de tourbage) ont été mesurées.

Ces informations sont essentielles pour (1) mieux cerner les besoins écologiques des espèces cibles, (2) évaluer la qualité des milieux prospectés et (3) utiliser ces informations comme référence pour un éventuel suivi futur (par exemple, un changement de dominance dans les plantes aquatiques peut révéler une éventuelle perturbation du site).

6. Identification et photographie des exuvies

Les exuvies collectées (Figure 40) ont été sexées (Figure 41) et identifiées à l'aide des clés de détermination disponibles dans Grand *et al.* (2014) et surtout dans Brochard *et al.* (2012). La forme du masque labial, la présence ou absence d'une suture au niveau du mentum, le nombre et le développement des épines abdominales dorsales et latérales sont des critères d'identification importants (Figures 42-45).

Les photographies des exuvies (Figures 8, 9, 20, 41-45) ont été réalisées à l'aide d'une caméra *Leica MC170HD* montée sur une loupe binoculaire *Leica S8APO* et du logiciel *Leica Application Suite v4.3.0 (2003-2013)*. La technique de l'auto-montage a été utilisée afin d'obtenir des photographies nettes sur l'ensemble du spécimen ou de l'organe documenté. Pour cela, entre 10 et 100 photographies sont prises (selon le grossissement utilisé), chacune focalisant différentes parties de l'animal, puis elles sont assemblées à l'aide du logiciel *Combine ZP*. Le logiciel *Photoshop Elements 5.0* a permis de réaliser l'édition des photographies. Seules des modifications basiques (luminosité, contraste...) ont été effectuées.



Figure 40 : Partie de la collection d'exuvies assemblée au cours de l'étude. (A) Les exuvies sont triées par site, date et espèce. (B) L'étude des exuvies permet d'évaluer les effectifs ayant émergé (ici, 370 exuvies ont été ramassées le 17.vii.18 à la tourbière de Balayoux).

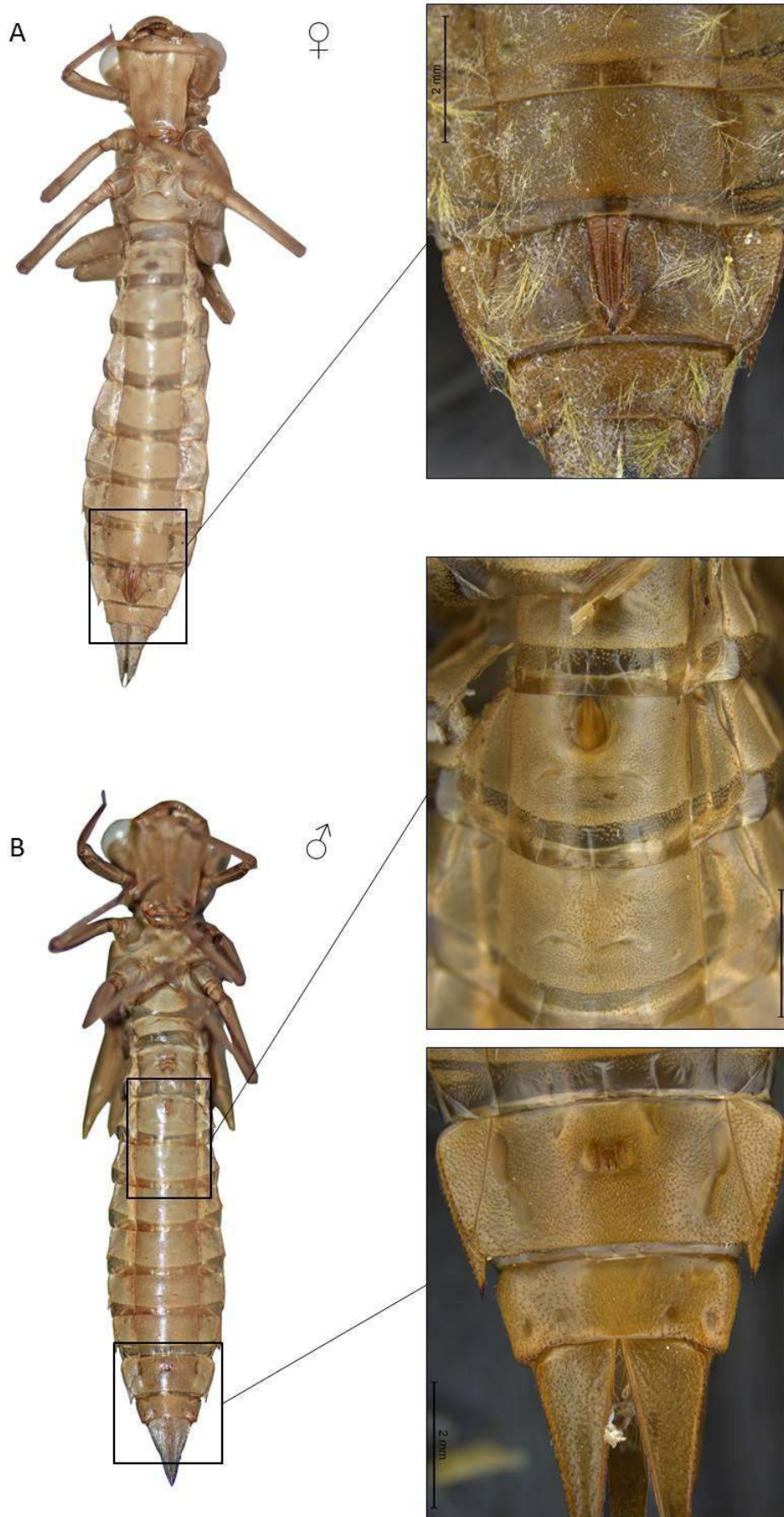


Figure 41 : Détermination du sexe d'une exuvie chez un Anisoptère (*Aeshna juncea*). Vue ventrale d'une exuvie provenant d'une femelle (A) et d'un mâle (B) et détail des structures relatives aux organes sexuels.

7. Appréciation de la patrimonialité des espèces

Pour caractériser la valeur patrimoniale des espèces de libellules observées, nous avons utilisé les listes suivantes :

- **Annexes II et III de la Convention de Berne [CB]** (convention du 19/09/79 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe - JORF du 28/08/1990 et du 20/08/1996). Cette convention a pour objet d'assurer la conservation de la flore et de la faune sauvages et de leur habitat naturel en Europe. Elle accorde une attention particulière aux espèces (même migratrices) menacées d'extinction et vulnérables énumérées dans les annexes. Les pays signataires doivent prendre les mesures législatives et règlementaires appropriées dans le but de conserver ces espèces. L'annexe II liste les espèces de faune strictement protégées et l'annexe III liste les espèces de faune protégées dans le cadre de cette convention. La convention et ses annexes sont disponibles en ligne : <http://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/104>
- **Annexes II et IV de la Directive «Habitats, Faune, Flore» [DHFF]** (directive n°92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages - JOCE du 22/07/1992). Cette directive a pour objectif de maintenir ou de rétablir la biodiversité de l'Union européenne. Avec la directive n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, la DHFF a permis la définition de zones protégées sur la base d'une liste d'habitats et d'espèces dont la conservation doit être prioritairement assurée. Ces sites forment le réseau Natura 2000, réseau cohérent d'espaces protégés à travers l'Union européenne. L'annexe II de la DHFF liste les espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire, en distinguant les espèces prioritaires, c'est-à-dire celles dont l'état de conservation est préoccupant et pour lesquelles un effort particulier doit être engagé. L'annexe IV de la DHFF liste les espèces animales et végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection stricte. Le texte de la DHFF et ses annexes sont disponibles en ligne : <http://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/biodiversite/textes/detail/directive.htm>
- **Liste rouge européenne [LRE]**. Les LRE reprennent les espèces en danger d'extinction en Europe. L'évaluation se base sur les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature tels que l'estimation de la taille de la population ou le degré de fragmentation de la répartition. On distingue, notamment, les espèces en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérables (VU), ou quasi menacées (NT). La LRE concernant les Odonates (Kalkman *et al.*, 2010) est disponible en ligne : <https://portals.iucn.org/library/node/9512>
- **Protection nationale** : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des Insectes protégés sur le territoire national - JORF du 06/05/2007 : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000465500>
- **Liste rouge des espèces menacées en France [LRN]**. Ces listes suivent le principe des LRE mais concernent la responsabilité nationale. Les listes compilées à ce jour, dont celle traitant des libellules à l'échelle de la France métropolitaine (UICN France *et al.*, 2016) sont disponibles en ligne : <https://uicn.fr/liste-rouge-france/>
- Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la **Trame Verte et Bleue (TVB)** - Odonates, Orthoptères et Rhopalocères (Houard *et al.*, 2012). Ce document définit des espèces indicatrices du bon fonctionnement des corridors écologiques. Il est disponible en ligne : http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/opie_2012_insectes_tvb_maj-16-10-2013.pdf

- **Liste rouge des espèces menacées en Auvergne [LRR].** Ces listes suivent le principe des LRE et LRN mais concernent la responsabilité régionale (Auvergne). On distingue les espèces en danger (En), vulnérables (Vu) et rares ou localisées (NT). Les Listes pour la région Auvergne-Rhône-Alpes et pour l'ancienne région Auvergne [notamment celle sur les Libellules (G.O.A., 2017)] sont disponibles en ligne : <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/les-listes-rouges-regionales-r2662.html>
- **Diagnostic de la biodiversité en Auvergne** (Conseil Régional D'Auvergne & DREAL Auvergne, 2009). Ce document définit une liste d'espèces prioritaires en matière d'actions de préservation en Auvergne. Cette liste tient compte de la menace/rareté des espèces mais également de la responsabilité de l'Auvergne dans leur préservation en France. Le document et ses annexes sont disponibles en ligne : http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Diagnostic_Biodiversite_cle086a36.pdf
- **Listes des espèces déterminantes pour la constitution des ZNIEFF** (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) en Auvergne. On distingue les ZNIEFF de type I et de type II :
Les ZNIEFF de type I, de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rares ou menacés, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ; ou ce sont des espaces d'un grand intérêt pour le fonctionnement écologique local.
Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.
La liste des espèces d'Odonates déterminantes pour l'Auvergne date du 4 février 2004. Sa mise à jour est en cours et devrait être prochainement disponible en ligne : <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/les-zones-naturelles-d-interet-ecologique-a10619.html>
- **Plans d'Actions Nationaux et leurs déclinaisons régionales :**
Libellules : Dupont (2010), Soissons *et al.* (2016).
- **Guides et atlas** internationaux, nationaux, régionaux ou départementaux (liste non exhaustive) :
 - Libellules d'Europe : Askew (2004) ; Boudot & Kalkman (2015).
 - Libellules de France : Grand & Boudot (2006) ; Grand *et al.* (2014).
 - Libellules d'Auvergne : Fiches espèces de la LRR (G.O.A., 2017).
 - Libellules du Puy-de-Dôme : Francez, Bronnec *et al.* (dernière mise à jour : 2016) ; consultable sur le site de la SHNAO <http://www.shnao.eu/Odonata#article>

Par ailleurs, les données des naturalistes locaux ont été recherchées sur le site web « Faune Auvergne » (<http://www.faune-auvergne.org>) et ont été prises en considération lorsqu'il était possible de valider les identifications (p. ex., lorsque une photographie satisfaisante était jointe à la donnée) ou lorsqu'elle provenait d'un naturaliste connu et/ou reconnu.

RESULTATS - 1^{ERE} PARTIE : OBSERVATIONS GENERALES

1. Espèces observées

Au cours de cette étude, un total de **513 données d'occurrence** (présence) d'imagos a été cumulé, concernant **42 espèces de libellules** (Tableaux 8-10, Figures 46-61). A ces données, nous consignons également la présence de deux espèces supplémentaires observées lors d'une halte fortuite sur une aire de la D996, à environ 1,7 km à l'ouest de Saint-Anthème le 10 juillet 2018 (Lat./Long. : 6438,639 / 3047,344 ; Altitude : 1000 m). Il s'agit de l'Aesche mixte (*Aeshna mixta* : ≥ 3 individus dont ≥ 1 mâle immature [Figure 53A] ; altitude élevée pour cette espèce peu documentée au sein du PNRLF) et du Sympétrum strié (*Sympetrum striolatum* : 1 femelle [Figure 61N]).

Par ailleurs, **2523 exuvies** ont été collectées (1071 mâles, 1411 femelles, 41 non sexables), appartenant à **13 espèces d'Anisoptères** (Figures 42-45, Tableau 11). La majorité (1798, soit 71%) concerne la Leucorrhine douteuse.

Les espèces de Zygoptères les plus fréquemment observées étaient la Petite Nympe au corps de feu, *Pyrrhosoma nymphula* (18,1% des observations de Zygoptères), l'agrion jouvencelle, *Coenagrion puella* (17%), le Portecoupe holarctique, *Enallagma cyathigerum* (13%) et le Pennipatte bleuâtre, *Platycnemis pennipes* (10,1%).

Les espèces d'Anisoptères les plus fréquemment observées (sous forme d'imagos) étaient la Libellule à quatre taches, *Libellula quadrimaculata* (19,5% des observations d'Anisoptères), la Cordulie bronzée, *Cordulia aenea* (14,8%) et l'Anax empereur, *Anax imperator* (10,6%).

Deux espèces de Zygoptères et cinq d'Anisoptères n'ont été notées sous forme d'imago qu'à une seule occasion, et souvent avec un seul individu présent :

- 1 mâle de Leste verdoyant, *Lestes virens virens*, le 06 août 2018 à la tourbière de Baracuchet,
- 1 mâle immature de Leste vert, *Chalcolestes viridis*, le 02 août 2018 à l'Etang de la Fargette,
- 5 mâles d'Aeschnes grandes, *Aeshna grandis*, le 02 août 2018 à l'Etang de la Fargette,
- 1 mâle de Gomphe à pattes noires, *Gomphus vulgatissimus*, le 27 juin 2019, sur l'Arzon, cours d'eau longeant l'étang de Courbevaissie,
- 1 femelle d'Orthétrum à stylets blancs, *Orthetrum albistylum*, le 26 juin 2018, au Lac de Malaguet,
- 1 mâle d'Orthétrum bleuisant, *Orthetrum coerulescens*, à l'Etang des Prades en assec, le 27 juin 2019 [mais une exuvie de cette espèce a été ramassée à la tourbière de Pradoux, le 29 juillet 2019].
- 1 mâle d'Orthétrum brun, *Orthetrum brunneum*, à l'Etang des Prades en assec, le 27 juin 2019.

Il s'agit d'espèces volant tardivement (*Chalcolestes viridis*, *Aeshna grandis*) ou pour lesquelles les habitats préférentiels ne faisaient pas l'objet de cette étude (plans d'eau oligo-mésotrophes faiblement acides, généralement à faible altitude : *Lestes virens* ; rivières et ruisseaux à courant modéré et à fond sableux : *Gomphus vulgatissimus* ; eaux stagnantes ou faiblement courantes de faible altitude : *Orthetrum albistylum* ; plans d'eau peu profonds/suintements : *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum brunneum*). La rareté de ces espèces est donc toute relative.

Tableau 8 : Synthèse des observations : nombre d'espèces de Zygoptères et d'Anisoptères, nombre d'espèces d'Anisoptères documentées à l'aide de la collecte d'exuvies, et nombre cumulé d'espèces (imagos à vue et exuvies) par site et date de prospections. Pour les sites ayant fait l'objet de plusieurs visites, le nombre total d'espèces notées dans le cadre de cette étude (n) est indiqué sous le nom du site.

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	Zygoptères (Tab. 9)	Anisoptères (Tab. 10)	Anisoptères – Exuvies (Tab. 11)	Total (Vue+exuvie)
Saint-Germain- l'Herm	Fargette (n=25)	02/vi/18	5	2	3	8
		07/vi/18	3	2	3	6
		18/vi/18	5	2	6	10
		20/vi/18	5	4		9
		11/vii/18	3	4	2	8
		02/viii/18	7	9		16
		15/v/19	2	0		2
		24/v/19	2	2	1	4
		19/vi/19	5	5	2	11
27/vi/19	5	3		8		
Monlet, Sembadel, Félines	Malaguet (n=24)	08/vi/18	5	3	3	8
		19/vi/18	10	6	1	16
		26/vi/18	10	8	4	18
		13/vi/19	4	5		9
		25/vi/19	5	8	1	13
		01/vii/19	7	10	1	17
Saint-Anthème	Balayoux (n=11)	21/vi/18	0	0		0
		17/vii/18	2	3	3	5
		6/viii/18	5	3	3	9
		20/viii/18	3	2	2	5
		24/vi/19	2	4	2	6
		02/vii/19	2	2	1	4
		22/vii/19	2	3	2	5
Saint-Anthème	Baracuchet (n=16)	21/vi/18	0	0		0
		10/vii/18	5	4	3	10
		17/vii/18	4	4	2	8
		06/viii/18	3	1	3	5
		20/viii/18	0	3	1	4
		17/vi/19	2	3	2	5
		02/vi/19	2	4	3	6
22/vi/19	3	4	3	7		
Valcivières	Pialoux (n=4)	21/vi/18	1	1	1	1
		17/vii/18	0	1	2	3
		06/viii/18	0	0	1	1
		20/viii/18	0	0	0	0
		24/vi/19	1	0	1	2
		22/vii/19	1	2	1	4
Valcivières	Pradoux (n=7)	13/vii/18	1	1	4	5
		04/viii/18	2	2	3	5
		20/viii/18	0	1	0	1
		24/vi/19	1	1	2	3
		09/vii/19	1	2	3	4
		29/vii/19	1	4	4	6
Fournols	Marliangues	25/vi/18	2	0		2
Fournols	Espinasse	25/vi/18	5	4	5	12
Fournols	Moulin-Rou.	20/vi/18	6	3		9
Fournols	B. des Sucs	25/vi/18	6	8	3	14
Fournols	La Col. N.	25/vi/18	5	1		6

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	Zygoptères (Tab. 9)	Anisoptères (Tab. 10)	Anisoptères – Exuvies (Tab. 11)	Total (Vue+exuvie)
Fournols	La Col. S.	25/vi/18	6	6	3	12
Fournols	Bourg	20/vi/18	0	0		0
Fournols	Forestier N.	20/vi/18	0	0		0
Fournols	Forestier S.	20/vi/18	0	0		0
Ch.-sur-Dol.	Grenouiller	25/vi/18	5	3		8
Ch.-sur-Dol.	Moulin Mas	25/vi/18	3	0		3
St-Germ.-l'H.	Pommerel	18/vi/18	0	0		0
St-Germ.-l'H.	Bourg	20/vi/18	2	0		2
St-Germ.-l'H.	Lallabert	20/vi/18	5	1		6
St-Germ.-l'H.	Le Pin	20/vi/18	6	3	3	10
St-Bonnet-B.	Marchaud (n=19)	20/vi/18	5	6		11
		24/vi/18	10	7	1	17
		16/vi/19	3	3		6
St-Bonnet-B.	La Grange	25/vi/18	0	2		2
Novacelles	Le Redondet	25/vi/18	0	0		0
Arlanc	La Tuilerie	27/vi/19	5	6		11
Doranges	Boucheron	25/vi/18	4	2	2	8
Doranges	Losfouroux	25/vi/18	2	0		2
Chap.-Geneste	Station d'Ep.	29/vi/18	0	0		0
Cistrières	Champetières	29/vi/18	8	8		16
Cistrières	Trapoutin	29/vi/18	4	3		7
Cistrières	Bourg	29/vi/18	0	0		0
Chaise-Dieu	La Tour	08/vi/18	2	2	2	4
Chaise-Dieu	E. des Prades (n=19)	08/vi/18	6	5	3	12
		27/vi/19	4	7		11
Chaise-Dieu	Lorme	29/vi/18	7	4		11
St-Vic.-Arlanc	Courbevaissse	27/vi/19	3	2		5
St-Vic.-Arlanc	Ramel (petit)	27/vi/19	1	2		3
St-Vic.-Arlanc	Ramel (grand)	27/vi/19	1	2		3
St-Vic.-Arlanc	Fareyre	27/vi/19	4	2		6
Jullianges	Bourg	27/vi/19	5	3		8
Jullianges	Pressac	27/vi/19	?	4		4
Berbezit	Etang Berbezit	29/vi/18	9	4		13
Berbezit	Le Poux	29/vi/18	5	3		8
Félines	Almance	29/vi/18	2	0		2
Félines	Et. Bois Noir	29/vi/18	1	0		1
Félines	Vacheresse	13/vi/19	8	2		10

Tableau 9 : Classes d'abondance des Zygoptères observés.

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Calopteryx xanthostoma</i>	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	<i>Lestes sponsa</i>	<i>Lestes dryas</i>	<i>Lestes virens virens</i>	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Sympecma fusca</i>	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Ischnura pumilio</i>	<i>Enallagma cyathigerum</i>	<i>Coenagrion puella</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Coenagrion hastulatum</i>	<i>Coenagrion lunulatum</i>	<i>Erythronma najas</i>	<i>Erythronma lindenii</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	<i>Ceriatrion tenellum</i>	<i>Platycnemis pennipes</i>	Nombre d'espèces	
Saint-Germain-l'Herm	Fargette	02/vi/18											V	II		II	III			II			5	
		07/vi/18												V	II			IV						3
		18/vi/18									I			V	V			IV			II			5
		20/vi/18			I									V	V			III			I			5
		11/vii/18				V								V	IV									3
		02/viii/18				IV				I	II			IV	II						I	I		7
		15/v/19									II							II						2
		24/v/19												II				II						2
		19/vi/19			I									V	V			IV			II			5
		27/vi/19												V	V	I		II			II			5
Monlet, Sembadel, Félines	Malaguet	08/vi/18									V		V	V		I		II					5	
		19/vi/18	II	I	II						V		V	V				I	I	II		III	10	
		26/vi/18	I	I	III						II	V		V	V				II		II		V	10
		13/vi/19										II	II	V	V						I			4
		25/vi/19			I						II	II		V	V									5
		01/vii/19		I	II						II	II	II	V	IV									7
Saint-Anthème	Balayoux	21/vi/18																					0	
		17/vii/18												II							II			2
		6/viii/18				II	I							II	I						II			5
		20/viii/18				II									II						II			3
		24/vi/19												II							III			2
		02/vii/19												I							II			2
		22/vii/19														II					II			2
Saint-Anthème	Baracuchet	21/vi/18																					0	
		10/vii/18				I	II			I				II							II			5
		17/vii/18				I	II							II							II			4

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Calopteryx xanthostoma</i>	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	<i>Lestes sponsa</i>	<i>Lestes dryas</i>	<i>Lestes virens virens</i>	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Sympecma fusca</i>	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Ischnura pumilio</i>	<i>Enallagma cyathigerum</i>	<i>Coenagrion puella</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Coenagrion hastulatum</i>	<i>Coenagrion lunulatum</i>	<i>Erythronna najas</i>	<i>Erythronna lindenii</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	<i>Ceriatrion tenellum</i>	<i>Platynemis pennipes</i>	Nombre d'espèces	
		06/viii/18				II		I		II													3	
		20/viii/18																					0	
		17/vi/19												II						III			2	
		02/vi/19												II						II			2	
		22/vi/19				I								II						II			3	
Valcivières	Pialoux	21/vi/18																		III			1	
		17/vii/18																						0
		06/viii/18																						0
		20/viii/18																						0
		24/vi/19																			III			1
		22/vii/19																			II			1
Valcivières	Pradoux	13/vii/18																		II			1	
		04/viii/18												I						II			2	
		20/viii/18																						0
		24/vi/19																			I			1
		09/vii/19																			II			1
		29/vii/19																			II			1
Fournols	Marliangues	25/vi/18																		II	II		2	
Fournols	Espinasse	25/vi/18			II					II			III							II	IV		5	
Fournols	Moulin-Rou.	20/vi/18		II						V		IV	III							III	V		6	
Fournols	B. des Sucs	25/vi/18			III	II						I	V							III	V		6	
Fournols	La Col. N.	25/vi/18									II		II	III						III	III		5	
Fournols	La Col. S.	25/vi/18				I					II		II	III						III	III		6	
Fournols	Bourg	20/vi/18																					0	
Fournols	Forestier N.	20/vi/18																					0	
Fournols	Forestier S.	20/vi/18																					0	
Ch.-sur-Dol.	Grenouiller	25/vi/18				I							III	II						III	III		5	

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Calopteryx xanthostoma</i>	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	<i>Lestes sponsa</i>	<i>Lestes dryas</i>	<i>Lestes virens virens</i>	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Sympecma fusca</i>	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Ischnura pumilio</i>	<i>Enallagma cyathigerum</i>	<i>Coenagrion puella</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Coenagrion hastulatum</i>	<i>Coenagrion lunulatum</i>	<i>Erythronna najas</i>	<i>Erythronna lindenii</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	<i>Ceragrion tenellum</i>	<i>Platynemis pennipes</i>	Nombre d'espèces
Ch.-sur-Dol.	Moulin Mas	25/vi/18									I		II									III	3
St-Germ.-l'H.	Pommerel	18/vi/18																					0
St-Germ.-l'H.	Bourg	20/vi/18			II																	II	2
St-Germ.-l'H.	Lallabert	20/vi/18									III		IV	III						IV		IV	5
St-Germ.-l'H.	Le Pin	20/vi/18		I							III		IV	V						III		II	6
St-Bonnet-B.	Marchaud	20/vi/18				III					I		IV	I			II						5
		24/vi/18		I		V	III			II			V	IV		I	I	II		II			10
		16/vi/19										I									II	I	3
St-Bonnet-B.	La Grange	25/vi/18																				0	
Novacelles	Le Redondet	25/vi/18																				0	
Arlanc	La Tuilerie	27/vi/19								II	III	II	IV	IV									5
Doranges	Boucheron	25/vi/18									III			II						I		IV	4
Doranges	Losfouroux	25/vi/18												III						III			2
Chap.-Geneste	Station d'Ep.	29/vi/18																					0
Cistrières	Champetières	29/vi/18			II		IV			I	III		I	V						III		V	8
Cistrières	Trapoutin	29/vi/18			II								II	I								II	4
Cistrières	Bourg	29/vi/18																					0
Chaise-Dieu	La Tour	08/vi/18	I											I									2
Chaise-Dieu	Etang des Prades	08/vi/18								II	III		II			III				II		II	6
		27/vi/19			I							I		II						III			4
Chaise-Dieu	Lorme	29/vi/18				II					I		IV	V	III					III		III	7
St-Vic.-Arlanc	Courbevaïsse	27/vi/19			I									I								III	3
St-Vic.-Arlanc	Ramel (petit)	27/vi/19																				I	1
St-Vic.-Arlanc	Ramel (grand)	27/vi/19			I																		1
St-Vic.-Arlanc	Fareyre	27/vi/19									I			III						III		III	4
Jullianges	Bourg	27/vi/19			II						III			III						II		III	5

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Calopteryx xanthostoma</i>	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	<i>Lestes sponsa</i>	<i>Lestes dryas</i>	<i>Lestes virens virens</i>	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Sympecma fusca</i>	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Ischnura pumilio</i>	<i>Enallagma cyathigerum</i>	<i>Coenagrion puella</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Coenagrion hastulatum</i>	<i>Coenagrion lunulatum</i>	<i>Erythronma najas</i>	<i>Erythronma lindenii</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	<i>Ceragrion tenellum</i>	<i>Platynemis pennipes</i>	Nombre d'espèces	
Jullanges	Pressac	27/vi/19																						
Berbezit	Etang Berbezit	29/vi/18	I		III						III		II	IV					II	III	I	V	9	
Berbezit	Le Poux	29/vi/18					I				III			V						III		V	5	
Félines	Almance	29/vi/18			I																	II	2	
Félines	Et. Bois Noir	29/vi/18																				III	1	
Félines	Vacheresse	13/vi/19	I							II	III		III	III				I		II		V	8	
Nombre d'observations (n=277)			5	6	17	14	6	1	1	13	24	4	36	47	2	4	10	5	2	50	2	28		
Proportion des observations (%)			1,8	2,2	6,1	5	2,2	0,4	0,4	4,7	8,7	1,4	13	17	0,7	1,4	3,6	1,8	0,7	18,1	0,7	10,1		

Tableau 10 : Classes d'abondance des Anisoptères observés.

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Aeshna grandis</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Anax imperator</i>	<i>Anax parthenope</i>	<i>Gomph. vulgatissimus</i>	<i>Gomphus pulchellus</i>	<i>Cordulegaster boltonii</i>	<i>Cordulia aenea</i>	<i>Somatochl. metallica</i>	<i>Somatochlora arctica</i>	<i>Lib. quadrimaculata</i>	<i>Libellula depressa</i>	<i>Orth. cancellatum</i>	<i>Orthetrum albistylum</i>	<i>Orth. coerulescens</i>	<i>Orthetrum brunneum</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	<i>Sympetrum danae</i>	<i>Symp. sanguineum</i>	<i>Sympetrum flaveolum</i>	<i>Symp. fonscolombii</i>	Nombre d'espèces	
Saint-Germain-l'Herm	Fargette	02/vi/18									II			II											2	
		07/vi/18									III			III												2
		18/vi/18									II			II												2
		20/vi/18					I				I	II			II											4
		11/vii/18					II					II			II									I		4
		02/viii/18	II		II	II				I		II			III						II	II	I			9
		15/v/19																								0
		24/v/19										I			I											2
		19/vi/19					II	I				III			III	I										5
27/vi/19					II					III			III											3		
Monlet, Sembadel, Félines	Malaguet	08/vi/18									II			II		II									3	
		19/vi/18					II			II	III			III		III								II	6	
		26/vi/18					II			II	II			III	I	III	I							II	8	
		13/vi/19										II			II	II	II							III	5	
		25/vi/19					II	I			I	II			II	II	III							V	8	
		01/vii/19					II	II		II	II	II			III	II	III							I	V	10
Saint-Anthème	Balayoux	21/vi/18																							0	
		17/vii/18			II										II						III				3	
		6/viii/18		I	II																II				3	
		20/viii/18		I	II																				2	
		24/vi/19					I								I	II					III				4	
		02/vii/19													I						III				2	
		22/vii/19			II										II						III				3	
Saint-Anthème	Baracuchet	21/vi/18																							0	
		10/vii/18		I											II						II		I		4	
		17/vii/18			I										II						II			I	4	

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Aeshna grandis</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Anax imperator</i>	<i>Anax parthenope</i>	<i>Gomph. vulgatissimus</i>	<i>Gomphus pulchellus</i>	<i>Cordulegaster boltonii</i>	<i>Cordulia aenea</i>	<i>Somatochl. metallica</i>	<i>Somatochlora arctica</i>	<i>Lib. quadrimaculata</i>	<i>Libellula depressa</i>	<i>Orth. cancellatum</i>	<i>Orthetrum albistylum</i>	<i>Orth. coerulescens</i>	<i>Orthetrum brunneum</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	<i>Sympetrum danae</i>	<i>Symp. sanguineum</i>	<i>Sympetrum flaveolum</i>	<i>Symp. fonscolombii</i>	Nombre d'espèces	
		06/viii/18			II																				1	
		20/viii/18		II	II																I				3	
		17/vi/19												II	I						IV				3	
		02/vi/19			I	I								II							III				4	
		22/vi/19			I					I				II							III				4	
Valcivières	Pialoux	21/vi/18											I												1	
		17/vii/18																						I		1
		06/viii/18																								0
		20/viii/18																								0
		24/vi/19																								0
		22/vii/19				I																		I		2
Valcivières	Pradoux	13/vii/18																			III				1	
		04/viii/18				II															II				2	
		20/viii/18				II																				1
		24/vi/19																				II				1
		09/vii/19				II																III				2
		29/vii/19				I								II	I							III				4
Fournols	Marliangues	25/vi/18																							0	
Fournols	Espinasse	25/vi/18				I				II	I		II												4	
Fournols	Moulin-Rou.	20/vi/18							I	II			II												3	
Fournols	B. des Sucs	25/vi/18				II			I	I	III	I	III	II	II										8	
Fournols	La Col. N.	25/vi/18									II														1	
Fournols	La Col. S.	25/vi/18				II					II	I		II	II	II									6	
Fournols	Bourg	20/vi/18																							0	
Fournols	Forestier N.	20/vi/18																							0	
Fournols	Forestier S.	20/vi/18																							0	
Ch.-sur-	Grenouiller	25/vi/18				II								II	I										3	

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Aeshna grandis</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Anax imperator</i>	<i>Anax parthenope</i>	<i>Gomph. vulgatissimus</i>	<i>Gomphus pulchellus</i>	<i>Cordulegaster boltonii</i>	<i>Cordulia aenea</i>	<i>Somatochl. metallica</i>	<i>Somatochlora arctica</i>	<i>Lib. quadrimaculata</i>	<i>Libellula depressa</i>	<i>Orth. cancellatum</i>	<i>Orthetrum albistylum</i>	<i>Orth. coerulescens</i>	<i>Orthetrum brunneum</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	<i>Sympetrum danae</i>	<i>Symp. sanguineum</i>	<i>Sympetrum flaveolum</i>	<i>Symp. fonscolombii</i>	Nombre d'espèces
Dol.																									
Ch.-sur-Dol.	Moulin Mas	25/vi/18																							0
St-Germ.-l'H.	Pommerel	18/vi/18																							0
St-Germ.-l'H.	Bourg	20/vi/18																							0
St-Germ.-l'H.	Lallabert	20/vi/18									II														1
St-Germ.-l'H.	Le Pin	20/vi/18							I		II			II											3
St-Bonnet-B.	Marchaud	20/vi/18				I					II			II	I	II								II	6
		24/vi/18				II					III			III	I	II							II	I	7
		16/vi/19													II	I	I								
St-Bonnet-B.	La Grange	25/vi/18								II				II											2
Novacelles	Le Redondet	25/vi/18																							0
Arlanc	La Tuilerie	27/vi/19				II			II		II			I	I									III	6
Doranges	Boucheron	25/vi/18									II			I											2
Doranges	Losfouroux	25/vi/18																							0
Chap.-Geneste	Station d'Ep.	29/vi/18																							0
Cistrières	Champetières	29/vi/18				II			II		II	II		II	II	I							II		8
Cistrières	Trapoutin	29/vi/18				I				I					II										3
Cistrières	Bourg	29/vi/18																							0
Chaise-Dieu	La Tour	08/vi/18									II			II											2
Chaise-	Étang des	08/vi/18				I			I		II			II	II										5

Commune	Site (Lieu-dit)	Date	<i>Aeshna grandis</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Anax imperator</i>	<i>Anax parthenope</i>	<i>Gomph. vulgatissimus</i>	<i>Gomphus pulchellus</i>	<i>Cordulegaster boltonii</i>	<i>Cordulia aenea</i>	<i>Somatochl. metallica</i>	<i>Somatochlora arctica</i>	<i>Lib. quadrimaculata</i>	<i>Libellula depressa</i>	<i>Orth. cancellatum</i>	<i>Orthetrum albistylum</i>	<i>Orth. coerulescens</i>	<i>Orthetrum brunneum</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	<i>Sympetrum danae</i>	<i>Symp. sanguineum</i>	<i>Sympetrum flaveolum</i>	<i>Symp. fonscolombii</i>	Nombre d'espèces
Dieu	Prades	27/vi/19				II				I				III	II	II		I	I						7
Chaise-Dieu	Lorme	29/vi/18				II				I				III	II										4
St-Vic.-Arlanc	Courbevaissse	27/vi/19						I							I										2
St-Vic.-Arlanc	Ramel (petit)	27/vi/19									I				II										2
St-Vic.-Arlanc	Ramel (grand)	27/vi/19										I				I									2
St-Vic.-Arlanc	Fareyre	27/vi/19				I					II														2
Jullianges	Bourg	27/vi/19							I						II	I									3
Jullianges	Pressac	27/vi/19				II					II			II		I									4
Berbezit	Etang Berbezit	29/vi/18									II	I		II									II		4
Berbezit	Le Poux	29/vi/18									I	I		II											3
Félines	Almance	29/vi/18																							0
Félines	Et. Bois Noir	29/vi/18																							0
Félines	Vacheresse	13/vi/19					I							II											2
Nombre d'observations (n=236)			1	4	15	25	4	1	11	8	35	7	2	46	22	16	1	1	1	15	2	3	8	8	
Proportion des observations (%)			0,4	1,7	6,4	10,6	1,7	0,4	4,7	3,4	14,8	3	0,8	19,5	9,3	6,8	0,4	0,4	0,4	6,4	0,8	1,3	3,4	3,4	

Tableau 11 : Nombre d'exuvies mâles (M) et femelles (F) d'Anisoptères collectées. La Tourbière de Pradoux a été divisée en différents secteurs (« Pradoux-Gouilles », « Pradoux-Milieu » et « Pradoux-Bas » ; voir la partie Résultats) et les données sont précisées pour chacun d'entre eux.

	<i>A. cyanea</i>		<i>A. juncea</i>		<i>An. imperator</i>		<i>C. boltonii</i>		<i>Co. aenea</i>		<i>G. pulchellus</i>		<i>L. dubia</i>		<i>Lib. depressa</i>		<i>Lib. quadri.</i>		<i>Or. cancellatum</i>		<i>Ort.coeruleus</i>		<i>So. arctica</i>		<i>So. metallica</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F		
Balayoux			24	27									446	590			4	6						1			474	624
17-07-18			16	12									164	204				4						1			180	221
06-08-18			2	4									39	60				1									41	65
20-08-18				1									3	2													3	3
24-06-19													171	210			4	1									175	211
02-07-19													15	14													15	14
22-07-19			6	10									54	100													60	110
Baracuchet			15	17									221	279			32	59								268	355	
10-07-18			4	1									2	6			5	14									11	21
17-07-18				1														3									0	4
06-08-18				2									3	7													5	9
20-08-18																	2										2	0
17-06-19													211	262			22	39									233	301
02-07-19			2	2									5	3			1	2									8	7
22-07-19			9	11										1				1									9	13
Bois des Sucs										2							5	9	5	16							10	27
25-06-18										2							5	9	5	16							10	27
Colombière Sud									1	1						1	8	15	1	1							10	18
25-06-18									1	1						1	8	15	1	1							10	18
Espinasse							2	1			3	2					4	5		1					3	1	12	10
25-06-18							2	1			3	2					4	5		1					3	1	12	10
E. de Berbezit																	14	15									14	15

	<i>A. cyanea</i>		<i>A. juncea</i>		<i>An. imperator</i>		<i>C. boltonii</i>		<i>Co. aenea</i>		<i>G pulchellus</i>		<i>L. dubia</i>		<i>Lib. depressa</i>		<i>Lib. quadri.</i>		<i>Or. cancellatum</i>		<i>Ort.coeruleus</i>		<i>So. arctica</i>		<i>So. metallica</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F				
29-06-18																14	15									14	15	
E. des Prades																	2									0	2	
27-06-19																	2									0	2	
E(s). Chaise-Dieu									3	4						3	9							1	7	13		
08-06-18									3	4						3	9							1	7	13		
Fargette					4	3			35	44				2	1	12	11		1					2	55	60		
02-06-18					1	1			11	20						3	3								15	24		
07-06-18						1			13	12						3	3								16	16		
18-06-18						1			5	6				2		6	5		1					1	14	13		
11-07-18					3																			1	4	0		
24-05-19									5	4															5	4		
27-06-19									1	2					1										1	3		
Le Boucheron	1																							1	2	0		
25-06-18	1																							1	2	0		
Le Pin						1					3	3				1	3								4	7		
20-06-18						1					3	3				1	3								4	7		
Malaguet					3	1			2	2						4	1	17	35						26	39		
08-06-18									1	1						1		3	7						5	8		
19-06-18																		4	6						4	6		
26-06-18					3	1			1	1						3	1	5	4						12	7		
25-06-19																			1						0	1		
01-07-19																			5	17					5	17		
Marchaud																				2					0	2		

	<i>A. cyanea</i>		<i>A. juncea</i>		<i>An. imperator</i>		<i>C. boltonii</i>		<i>Co. aenea</i>		<i>G. pulchellus</i>		<i>L. dubia</i>		<i>Lib. depressa</i>		<i>Lib. quadri.</i>		<i>Or. cancellatum</i>		<i>Ort. coeruleus</i>		<i>So. arctica</i>		<i>So. metallica</i>		Total Mâles	Total Femelles	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F			
24-06-18																			2								0	2	
Pialoux			1																					5	4			6	4
21-06-18																													41 non sexées
17-07-18			1																						1		1	1	
06-08-18																								1			1	0	
24-06-19																								1			1	0	
22-07-19																								3	3		3	3	
Pradoux "Bas"			5	7										6	6					1			26	18			38	31	
04-08-18			4	2										1	1								2	2			7	5	
24-06-19														5	5												5	5	
09-07-19																								22	14		22	14	
29-07-19			1	5																	1		2	2			4	7	
Pradoux "Mil."																							6	11			6	11	
09-07-19																							6	11			6	11	
Pradoux-G.			18	13								99	161			1	1						6	3			124	178	
13-07-18			5	1								2	8			1	1						4	1			12	11	
24-06-19												76	138														76	138	
09-07-19			1	2								16	9										1	2			18	13	
29-07-19			12	10								5	6										1				18	16	
Pradoux-G. + Mi.			9	11								2		3	4								1				15	15	
04-08-18			9	11								2		3	4								1				15	15	
Total général	1	0	72	75	7	5	2	1	41	53	6	5	768	1030	11	12	88	136	23	56	1	0	44	37	7	1	1071	1411	

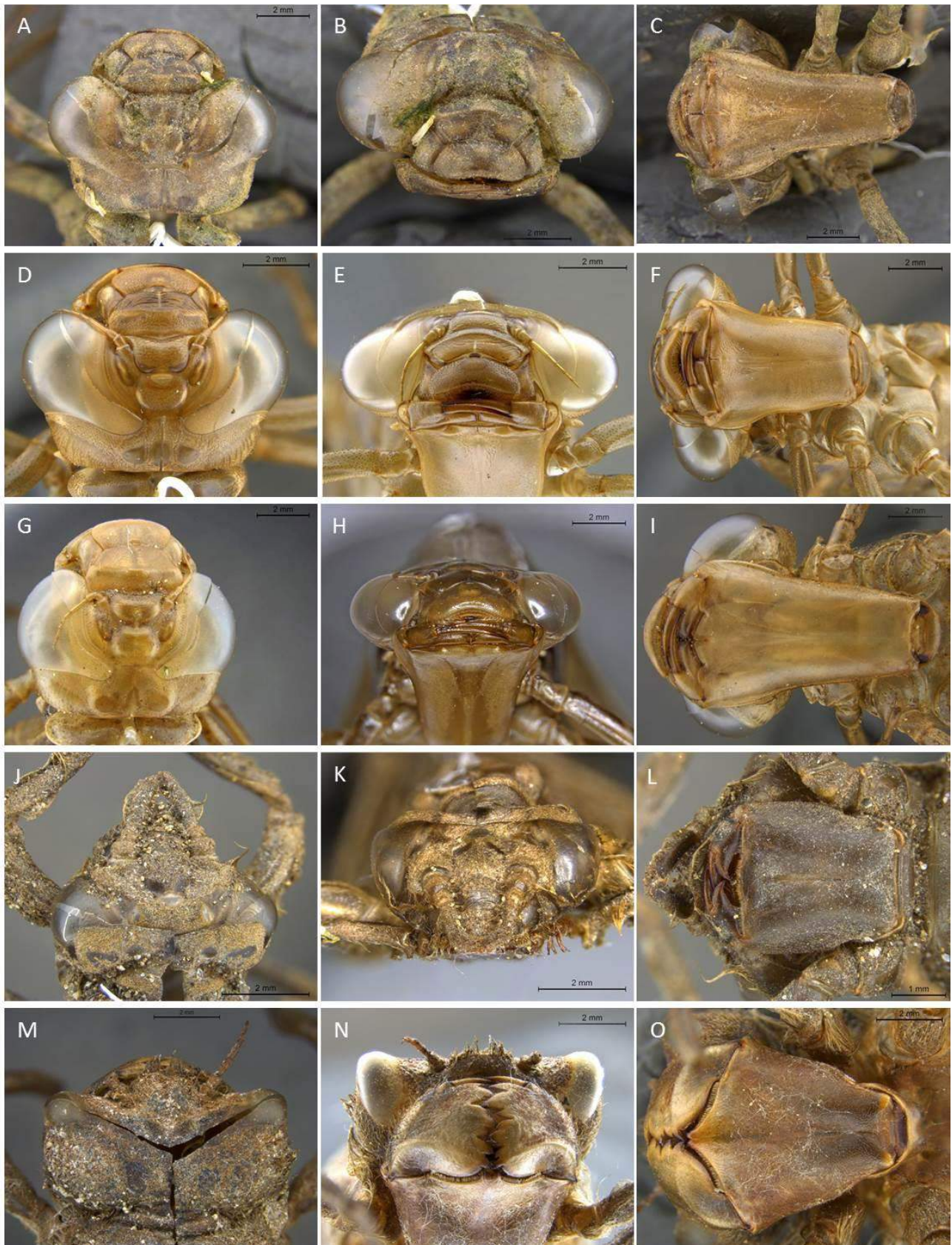


Figure 42 : Vue dorsale, frontale et ventrale de la tête des exuvies des espèces d'Anisoptères rencontrées (partie 1/3). (A-C) *Aeshna cyanea*, (D-F) *Aeshna juncea*, (G-I) *Anax imperator*, (J-L) *Gomphus pulchellus*, (M-O) *Cordulegaster boltonii*.

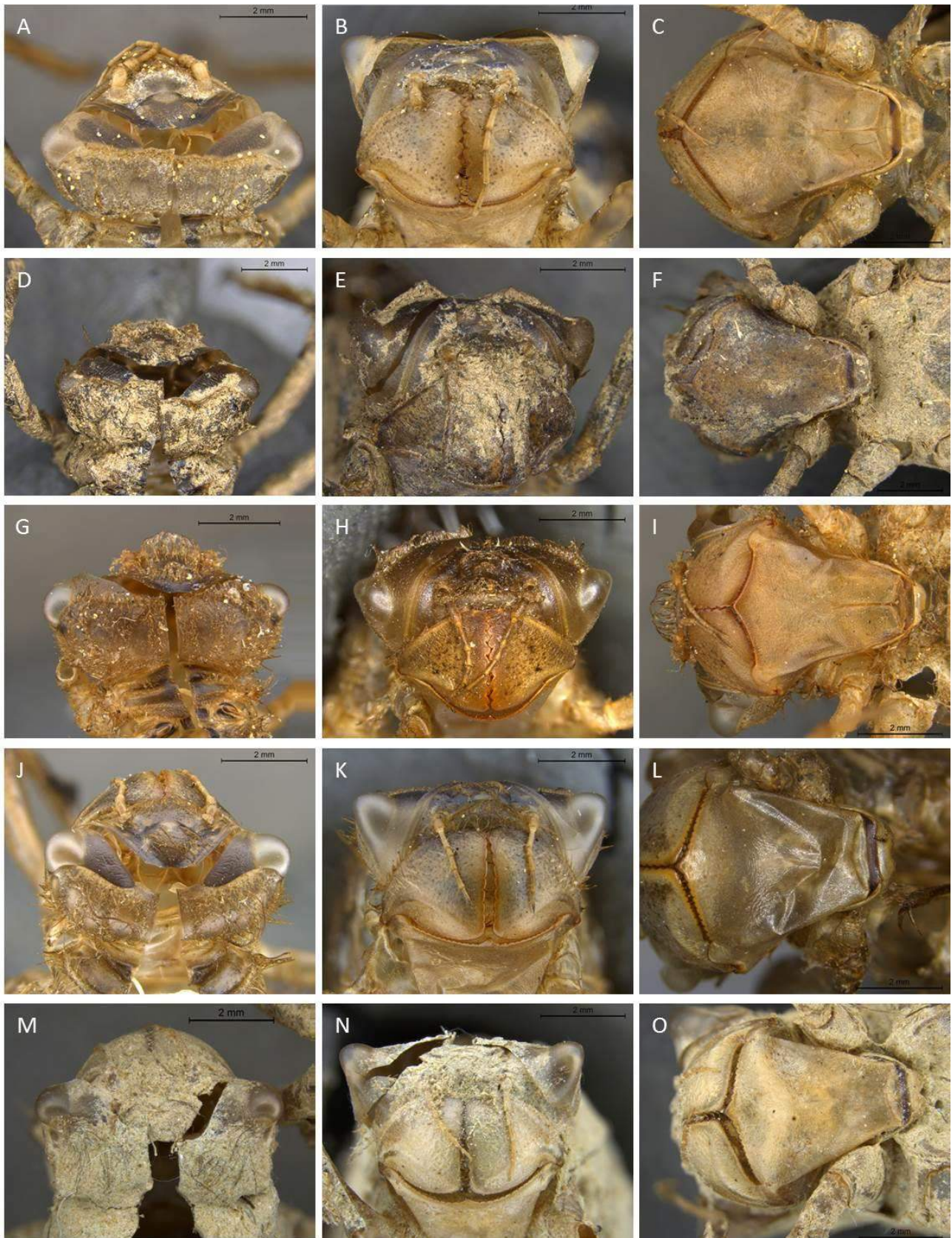


Figure 43 : Vue dorsale, frontale et ventrale de la tête des exuvies des espèces d'Anisoptères rencontrées (partie 2/3). (A-C) *Cordulia aenea*, (D-F) *Somatochlora metallica*, (G-I) *Somatochlora arctica*, (J-L) *Libellula quadrimaculata*, (M-O) *Libellula depressa*.



Figure 44 : Vue dorsale, frontale et ventrale de la tête des exuvies des espèces d'Anisoptères rencontrées (partie 3/3). (A-C) *Orthetrum cancellatum*, (D-F) *Orthetrum coerulescens*, (G-I) *Leucorrhinia dubia*.

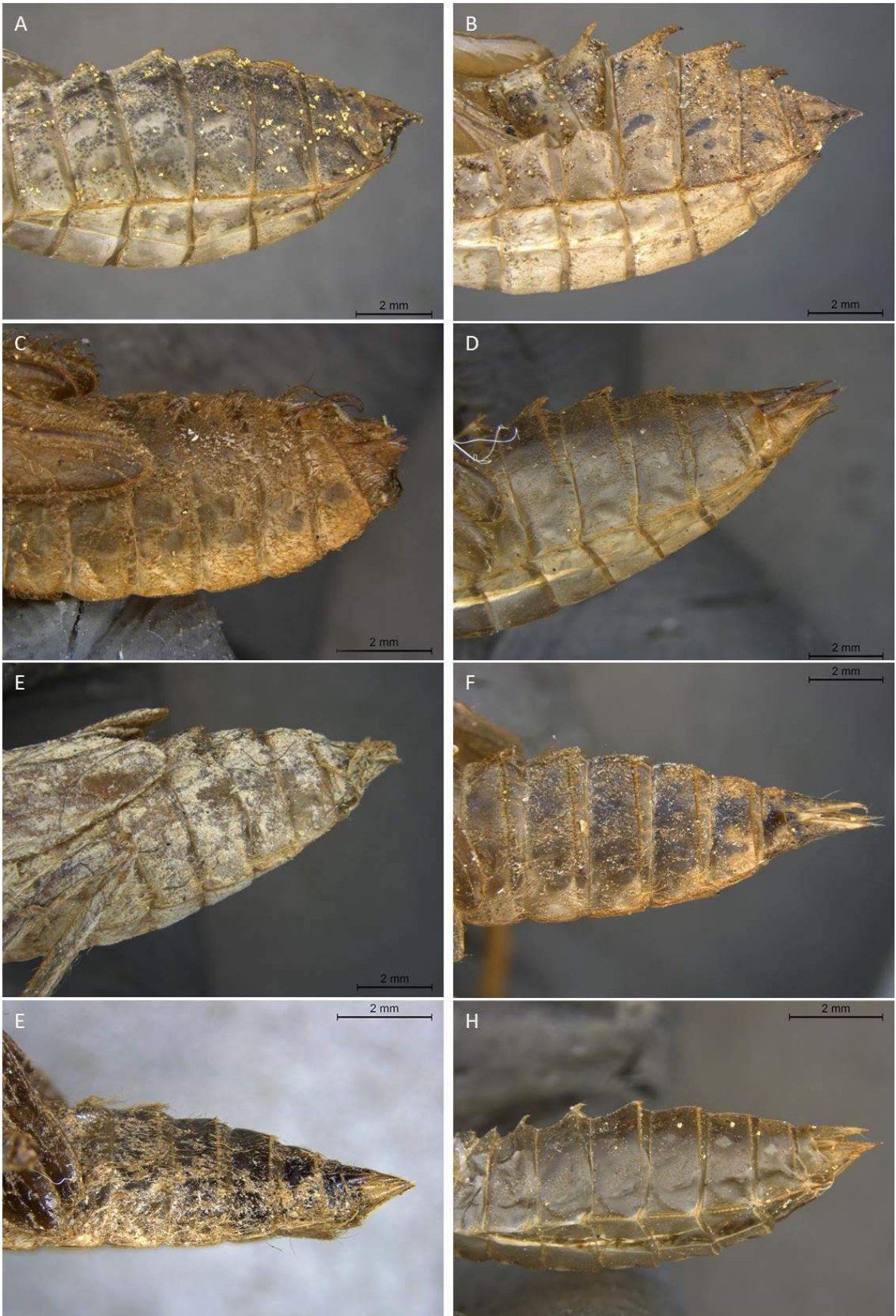


Figure 45 : Vue latérale de l'abdomen des exuvies des espèces de Corduliidae et Libellulidae documentées. (A) *Cordulia aenea*, (B) *Somatochlora metallica*, (C) *Somatochlora arctica*, (D) *Libellula quadrimaculata*, (E) *Libellula depressa*, (F) *Orthetrum cancellatum*, (G) *Orthetrum coerulescens*, (H) *Leucorrhinia dubia*.



Figure 46 : Zygoptères, Calopterygidae : (A) *Calopteryx splendens*, mâle [Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18]. (B) *Calopteryx xanthostoma*, mâle [Etang de Marchaud, Saint-Bonnet-le-Bourg, 24.vi.18]. (C-E) *Calopteryx virgo meridionalis* : (C) mâle paradant au-dessus d'une femelle ; (D) mâle ; (E) femelle [Lac de Malaguet, 26.vi.18 (C-D), 19.vi.18 (E)]. Lestidae : (F-L) *Lestes sponsa* : (F-H) les individus venant d'émerger ont, comme ce mâle immature (F-H), la partie arrière de la tête encore jaune. Par ailleurs, les mâles sont dépourvus de pruinosité. Avec la maturation, l'arrière de la tête deviendra vert et, chez les mâles, une pruinosité bleue se développera sur la partie inférieure du thorax, ainsi que sur la totalité des segments abdominaux 1, 2, 9 et 10 (I-L). Chez les jeunes individus, il est nécessaire de vérifier l'identification en observant la forme caractéristique des organes reproducteurs. Chez les mâles, les cerques sont longs et droits à pointe étroite (H, J) [Etang de Marchaud, 24.vi.18 (F-H, J-L) ; Etang de la Fargette, Saint-Germain-l'Herm, 02.viii.18 (I)].



Figure 47 : Zygoptères, Lestidae : (A-C) *Lestes sponsa* : femelle (A) ; détail de l'ovipositeur (B) et du thorax (C) [Etang de la Fargette, 02.viii.18 (A) ; Lorme, la Chaise-Dieu, 29.vi.18 (B, C)]. (D-L) *Lestes dryas* : mâle (D) ; détail des cerques (E) et du thorax (F) ; mâle en vue dorsale (G-H) ; mâle pris dans une toile d'araignée (I) ; femelle (J) ; détail de l'ovipositeur (K) et du thorax (L). Des hydracariens sont observables sur les individus des images F, J et L [Etang de Marchaud, 24.vi.18 (D, E) ; Les Champetières, Cistrières, 29.vi.18 (F, L) ; Baracuchet, 10.vii.18 (G-H, J), 06.viii.18 (I) ; Le Poux, Berbezit, 29.vi.18 (K)]. (M-O) *Lestes virens virens* : mâle (M, N, même individu) et détail de ses cerques (O) [Baracuchet, 06.viii.18].



Figure 48 : Zygoptères, Lestidae : (A) *Chalcolestes viridis* : mâle immature [Etang de la Fargette, 02.viii.18]. (B-F) *Sympecma fusca* : mâle (B, D, E), femelle (C), tandem (F) [Etang de la Fargette, 02.viii.18 (B-D) ; Etang de Marchaud, 24.vi.18 (E) ; Lac de Malaguet, 26.vi.18 (F)]. (G-O) **Coenagrionidae** : *Ischnura elegans* : mâle (G), mâle immature (H), femelle immature de type A (I, J), femelle mature de type B (K), femelle immature de type C (L), femelle en cours de maturation de type C (M), tandem (N) et femelle mature de type A à la ponte [Lac de Malaguet : 08.vi.18 (G, L, M), 26.vi.18 (H-J, O), 19.vi.18 (K, N) ; la classification des femelles suit celle de Dijkstra (2007)].



Figure 49 : Zygoptères, Coenagrionidae : (A-C) *Ischnura pumilio* : mâle au-dessus de Littorelles à une fleur, *Littorella uniflora* (A), femelle (B), femelle à la ponte (C) [Lac de Malaguet, 01.vii.19 (A, B) ; Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 27.vi.19 (C)]. (D-M) *Enallagma cyathigerum* : mâle immature (E), mâle (F), femelle immature (G), femelle immature dans une toile d'araignée (H), individus dans une toile d'araignée (I), tandem (J-L), femelle du tandem de la figure L totalement immergée pour pondre (M) [Lac de Malaguet, 08.vi.18 (E), 19.vi.18 (I, J); Etang de Marchaud, 20.vi.18 (F) ; Etang de la Fargette, 24.v.19 (G, H), 07.vi.18 (K) ; Balayoux, 17.vii.18 (L, M)].



Figure 50 : Zygoptères, Coenagrionidae : (A-I) *Coenagrion puella* : mâle (A), mâle immature (B), femelle (C), cœur copulatoire (D), tandems à la ponte (E), détail de la tête et du pronotum en vue dorsale (F), individu partiellement mélanique (G, H), autre individu avec une tache atypique sur le second segment abdominal (I) [Lac de Malaguet, 19.vi.18 (A), 26.vi.18 (D) ; Etang de la Fargette, 07.vi.18 (B), 19.vi.18 (F) ; Baracuchet, 02.07.19 (C) ; Le Poux, Berbezit, 29.vi.18 (E) ; Pradoux, 04.viii.18 (G, H) ; Les Champetières, Cistrières, 29.vi.18 (I)]. (J-L) *Coenagrion scitulum* : mâles (J-L) [Lorme, la Chaise-Dieu, 29.vi.18 (J, K) ; Etang de la Fargette, 27.vi.19 (L)]. (M-O) *Coenagrion hastulatum* : mâles présentant différents dessins sur le second segment abdominal [Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (M, N) ; Etang de Marchaud, 24.vi.18 (O)].



Figure 51 : Zygoptères, Coenagrionidae : (A-D) *Coenagrion hastulatum* : mâle (A, D), femelle (B), tandem (C) [Étang de la Fargette, 02.vi.18 (A) ; Étang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (B, C) ; Lac de Malaguet, 08.vi.18 (D)]. (E-J) *Erythromma najas* : mâle (E-H) dont un détail de l'extrémité abdominale de l'individu illustré en E (F), femelles (I, J) [Étang de Marchaud, 24.vi.18 (E-F, I-J) ; Lac de Malaguet, 08.vi.18 (G) ; Vacheresse, Félines, 13.vi.19 (H)]. (K) *Erythromma lindenii* : mâle immature [Lac de Malaguet, 19.vi.18]. (L-M) *Pyrrhosoma nymphula* : femelle (L), mâle (M) [Étang de la Fargette, 02.viii.18 (L) ; Lac de Malaguet, 19.vi.18 (M)].



Figure 52 : Zygoptères, Coenagrionidae : (A-G) *Pyrrhosoma nymphula* : mâle immature et son exuvie (A), cœur copulatoire (B), consommation par une araignée d'une femelle noyée (C), tandem à la ponte (D), différents cas d'individus pris dans une toile d'araignée (E-G) [Balayoux, 02.vii.19 (A), 17.vii.18 (C), 24.vi.19 (D) ; Pialoux, 22.vii.19 (B) ; Etang de la Fargette, 19.vi.19 (E) ; Pradoux, 04.viii.18 (F), 13.vii.18 (G)]. (H-I) *Ceriagrion tenellum* : mâle (H), femelle (I) [Etang de Berbezit, 29.vi.18 (H) ; Etang de la Fargette, 02.viii.18 (I)]. (J-N) *Platycnemidae, Platycnemis pennipes* : femelle (J), mâle (K), tandem (L), cœur copulatoire (M), tandem à la ponte (N) [Lac de Malaguet, 08.vi.18 (J), 26.vi.18 (L, N) ; Etang du Bois Noir, Félines, 29.vi.18 (K) ; Le Poux, Berbezit, 29.vi.18 (M)].



Figure 53 : Anisoptères, Aeshnidae : (A) *Aeshna mixta* : mâle immature [Saint-Anthème, 10.vii.18]. (B) *Aeshna grandis* : mâle en patrouille [Etang de la Fargette, 02.viii.18]. (C-F) *Aeshna cyanea* : mâle en vol (C), détail de la face latérale du thorax d'un mâle (D), mâle (E), femelle à la ponte (F) [Balayoux, 06.viii.18 (C), 20.viii.18 (D, E – même individu) ; Baracuchet, 10.vii.18 (F)]. (G-O) *Aeshna juncea* : thorax en vue latérale d'un mâle (G), mâle (H), femelle (I), mâle en vol (J), cœur copulateur (K), femelle à la ponte (L), larve (M), cadavre d'un mâle ayant échoué son émergence, l'exuvie est visible (N), femelle en fin d'émergence (O) [Balayoux, 20.viii.18 (G, K), 22.vii.19 (O) ; Pradoux, 04.viii.18 (H, L), 13.vii.18 (N) ; Baracuchet, 20.viii.18 (I, J), 17.vi.19 (M)].



Figure 54 : Anisoptères, Aeshnidae : (A) *Anax imperator* : exuvie (A), mâle en fin d'émergence (B-C), mâle en patrouille (D), mâle mature (E, F – même individu), mâle dévorant un mâle de *Cordulia aenea* (G), détail de la face latérale du thorax (H), femelle à la ponte dérangée par un mâle territorial de *Libellula quadrimaculata* (I), femelle à la ponte (J) [Lac de Malaguet, 26.vi.18 (A), 01.vii.19 (D, H), 19.vi.18 (E, F, J) ; Etang de la Fargette, 11.vii.18 (B, C) ; La Tuilerie, Arlanc, 27.vi.19 (G) ; Baracuchet, 02.vii.19 (I)]. (C-F) *Anax parthenope* : tandem à la ponte (K, L – même couple), femelle à la ponte (M). Chez cette espèce, et contrairement à *Anax imperator*, la femelle ne pond presque jamais seule. Cela peut cependant parfois arriver comme l'atteste la femelle de l'image M, identifiable, entre autres, à ses yeux uniformément verts et à ses ailes nettement teintées de brun entre le nodus et le ptérostigma [Lac de Malaguet, 01.vii.19 (K-M)].



Figure 55 : Anisoptères, Gomphidae : (A) *Gomphus vulgatissimus* : mâle [Courbevaissse, Saint-Victor-sur-Arlanc, 27.vi.19]. (B-F) *Gomphus pulchellus* : exuvie (B), femelle ayant raté son émergence (C), mâle (D), femelle (E, F), cœur copulateur (G), cadavre dans une toile d'araignée (H), femelle noyée (I) [Le Pin, Saint-Germain-l'Herm, 20.vi.18 (B, C) ; Lac de Malaguet, 26.vi.18 (D), 19.vi.18 (G), 01.vii.19 (I) ; Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (E, F – même individu) ; Les Champetières, Cistrières, 29.vi.18 (H)].

Anisoptères, Cordulegastridae : (J-N) *Cordulegaster boltonii* : exuvie (J), mâle en fin d'émergence (K, M – même individu), mâle mature (L), femelle dévorant une proie (N) [Espinasse, Fournols, 25.vi.18 (J) ; Etang de la Fargette, 20.vi.18 (K, M) ; Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 27.vi.19 (L) ; Lorme, La Chaise-Dieu, 29.vi.18 (N)].



Figure 56 : Anisoptères, Corduliidae : (A-J) *Cordulia aenea* : mâle en vue dorsale (A), mâle en vue latérale (B), femelle émergente (C), détail de la face d'un mâle (D), tandem (E), femelle à la ponte (F), femelle émergente : 11h15 (G), 15h10 (H), mâle ayant raté son émergence, l'exuvie est encore attachée aux ailes ; un staphylin se nourrit du cadavre (I), autre exemple d'une émergence ratée d'un mâle (J) [Etang de la Fargette, 02.vi.18 (A), 07.vi.18 (C, I), 19.vi.19 (D), 24.v.19 (J) ; Etang de Marchaud, 20.vi.18 (B), 24.vi.18 (E, F) ; Plan d'eau de la Tour, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (G, H – même individu)].



Figure 57 : Anisoptères, Corduliidae : (A-C) *Somatochlora metallica* : mâle venant de s'extraire de son exuvie (A), mâle territorial (B), détail de la face d'un mâle (C) [Espinasse, Fournols, 25.vi.18 (A) ; Les Champetières, Cistrières, 29.vi.18 (B) ; Bois des Sucs, Fournols, 25.vi.18 (C)]. (D-K) *Somatochlora arctica* : mâle (D), détail de la face d'un mâle immature (E), larve (F), mâle ayant raté son émergence (G), exuvie (H), deux exuvies (I), mâle territorial (J), femelle noyée (K) [Pradoux, 29.vii.19 (D, I), 13.vii.19 (H) ; Pialoux, 21.vi.18 (E, G – même individu, I), 06.viii.18 (F), 22.vii.19 (J)].



Figure 58 : Anisoptères, Libellulidae : (A-H) *Libellula quadrimaculata* : mâle venant de s'extraire de son exuvie (A), femelle en fin d'émergence (B), mâle (C), femelle (D), femelle à la ponte (E), individu noyé (F), restes d'un individu capturé et consommé par une araignée (G), mâle posé au-dessus d'un mâle de *Libellula depressa* (H) [Etang de la Fargette, 02.vi.18 (A), 18.vi.18 (B), 02.viii.18 (G) ; Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (C) ; Lac de Malaguet, 08.vi.18 (D), 19.vi.18 (E), 01.vii.19 (F) ; La Tuilerie, Arlanc, 27.vi.19 (H)]. **(I-M) *Libellula depressa*** : mâle mature (I), mâle immature (J), femelle à la ponte (K, L), exuvie (M) [Etang de Marchaud, 20.vi.18 (I) ; Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 08.vi.18 (J) ; Balayoux, 24.vi.19 (K) ; Lac de Malaguet, 01.07.19 (L) ; Pradoux, 04.viii.18 (M)].



Figure 59 : Anisoptères, Libellulidae : (A-K) *Orthetrum cancellatum* : femelle (A), mâle dévorant une proie (B, C – même individu), tandem (D), larve sortant de l'eau pour l'émergence (E), femelle en maturation (F), émergence d'une femelle : 17h03 (G), 17h04 (H), 17h23 (I), mâle récemment émergé, l'exuvie est

visible (J), émergence ratée en raison d'épisodes pluvieux (K) [Lac de Malaguet, 19.vi.18 (A, G-I), 26.vi.18 (B, C), 01.vii.18 (D), 08.vi.18 (E, J, K), 13.vi.19 (F)]. (L) *Orthetrum albistylum* : femelle [Lac de Malaguet, 26.vi.18].



Figure 60 : Anisoptères, Libellulidae : (A-B) *Orthetrum coerulescens* : mâle (même individu). (C-D) *Orthetrum brunneum* : mâle (même individu) [Etang des Prades, La Chaise-Dieu, 27.vi.19 (A-D)]. (E-H) *Sympetrum danae* : femelle (E, G), femelle immature (G), mâle (H) [Baracuchet, 20.viii.18 (E) ; Etang de la Fargette, 02.viii.18 (F-H)].



Figure 61 : Anisoptères, Libellulidae : (A-C) *Sympetrum sanguineum* : mâle (A, B), femelle immature (C) [Baracuchet, 10.vii.18 (A); Etang de la Fargette, 02.viii.18 (B); Les Champetières, Cistrières, 29.vi.18 (C)]. (D-I) *Sympetrum flaveolum* : mâle (D), femelle (E), femelle de l'image E survolant un site de ponte sous la surveillance du mâle de l'image D (F), mâles de différents sites (G-I) [Pradoux, 29.vii.19 (D-F); Etang de la Fargette (G); Etang de Marchaud, 24.vi.18 (H); Lac de Malaguet, 01.vii.19 (I; au premier plan, flou, un mâle de *Sympetrum fonscolombii*)]. (J-M) *Sympetrum fonscolombii* : cœur copulateur (J), tandem à la ponte (K), mâle (L), femelle (M) [Lac de Malaguet, 01.vii.19 (J, M), 13.vi.19 (L); La Tuilerie, Arlanc, 27.vi.19 (M)]. (N) *Sympetrum striolatum* : femelle [Saint-Anthème, 10.vii.18].

2. Statuts de conservation des espèces observées

Tableau 12 : Statuts de conservation des espèces de libellules observées. An. = Annexe, CB = Convention de Berne, DHFF = Directive Habitats-Faune-Flore, LRE = Liste Rouge Européenne, CR = En danger critique d'extinction, EN = En danger, VU = Vulnérable, NT = Quasi en danger, LRN = Liste Rouge Nationale, PNA/PRA = Plan National/Régional d'Actions en faveur des Odonates, TVB Auv. = Trame Verte et Bleu Auvergne, LRR = Liste Rouge Régionale. Les tendances européennes proviennent de Boudot & Kalkman (2015) ; les tendances nationales de la LRN.

Espèce	Enjeu européen (An. II ou An. III CB ; An. II ou An. IV DHFF, ou sur LRE)	Tendance des populations en Europe	Enjeu national fort (CR, EN, VU ou NT en LRN)	Tendance des populations en France	PNA / PRA	TVB Auv.	Enjeu régional (CR, EN, VU ou NT en LRR)
ZYGOPTERA							
Calopterygidae							
1	<i>Calopteryx splendens</i>	=		+			
2	<i>Calopteryx xanthostoma</i>	=		=			
3	<i>Calopteryx virgo</i>	=		=			
Lestidae							
4	<i>Lestes sponsa</i>	=	NT	?			
5	<i>Lestes dryas</i>	=		?		Oui	
6	<i>Lestes virens</i>	=		+			
7	<i>Chalcolestes viridis</i>	=		=			
8	<i>Sympecma fusca</i>	+		=			
Coenagrionidae							
9	<i>Ischnura elegans</i>	=		=			
10	<i>Ischnura pumilio</i>	=		?			
11	<i>Enallagma cyathigerum</i>	=		=			
12	<i>Coenagrion puella</i>	=		=			
13	<i>Coenagrion scitulum</i>	=		+			
14	<i>Coenagrion hastulatum</i>	?	VU	-		Oui	
15	<i>Coenagrion lunulatum</i>	?	VU	-	PNA/PRA	Oui	VU
16	<i>Erythromma najas</i>	=		-			
17	<i>Erythromma lindenii</i>	+		+			
18	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	=		=			
19	<i>Ceriagrion tenellum</i>	=		=			
Platynemididae							
20	<i>Platynemis pennipes</i>	=		=			
ANISOPTERA							
Aeshnidae							
21	<i>Aeshna mixta</i>	+		+			NT
22	<i>Aeshna grandis</i>	=		?			
23	<i>Aeshna cyanea</i>	=		=			
24	<i>Aeshna juncea</i>	=	NT	-			NT
25	<i>Anax imperator</i>	+		=			

Espèce	Enjeu européen (An. II ou An. III CB ; An. II ou An. IV DHFE, ou sur LRE)	Tendance des populations en Europe	Enjeu national fort (CR, EN, VU ou NT en LRN)	Tendance des populations en France	PNA / PRA	TVB Auv.	Enjeu régional (CR, EN, VU ou NT en LRR)
26	<i>Anax parthenope</i>	+		+			
Gomphidae							
27	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	=		=			
28	<i>Gomphus pulchellus</i>	=		=			
Cordulegastridae							
29	<i>Cordulegaster boltonii</i>	=		=			
Corduliidae							
30	<i>Cordulia aenea</i>	=		=			
31	<i>Somatochlora metallica</i>	=		=			
32	<i>Somatochlora arctica</i>	?	NT	?	PRA	Oui	NT
Libellulidae							
33	<i>Libellula quadrimaculata</i>	=		=			
34	<i>Libellula depressa</i>	=		=			
35	<i>Orthetrum cancellatum</i>	=		=			
36	<i>Orthetrum albistylum</i>	+		+			
37	<i>Orthetrum coerulescens</i>	=		?			
38	<i>Orthetrum brunneum</i>	+		+			
39	<i>Leucorrhinia dubia</i>	=	NT	=	PRA	Oui	VU
40	<i>Sympetrum danae</i>	=	VU	-			NT
41	<i>Sympetrum sanguineum</i>	=		=			
42	<i>Sympetrum flaveolum</i>	=	NT	?			NT
43	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	+		+			
44	<i>Sympetrum striolatum</i>	=		=			

3. Cortèges biogéographiques

Tableau 13 : Cortèges biogéographiques auxquels appartiennent les espèces de libellules observées. (Source : Grand & Boudot, 2006).

Groupe	Taxons	Nombre	Proportion (%)
Taxons holarctiques (= circumboréaux)	<i>Lestes dryas</i> <i>Enallagma cyathigerum</i> <i>Aeshna juncea</i> <i>Libellula quadrimaculata</i> <i>Sympetrum danae</i>	5	11,4
Taxons eurosibériens	<i>Calopteryx splendens</i> <i>Lestes sponsa</i> <i>Platycnemis pennipes</i> <i>Coenagrion puella</i> <i>Coenagrion hastulatum</i> <i>Coenagrion lunulatum</i> <i>Erythromma najas</i> <i>Aeshna mixta</i> <i>Aeshna grandis</i> <i>Cordulia aenea</i> <i>Somatochlora metallica</i> <i>Somatochlora arctica</i> <i>Sympetrum sanguineum</i> <i>Sympetrum flaveolum</i> <i>Leucorrhinia dubia</i>	15	34,1
Taxons pan ouest-paléarctiques	<i>Chalcolestes viridis</i> <i>Sympecma fusca</i> <i>Ischnura elegans</i> <i>Pyrrosoma nymphula</i> <i>Aeshna cyanea</i> <i>Gomphus vulgatissimus</i> <i>Cordulegaster boltonii</i> <i>Libellula depressa</i> <i>Orthetrum cancellatum</i> <i>Orthetrum albistylum</i> <i>Orthetrum coerulescens</i> <i>Sympetrum striolatum</i>	12	27,2
Taxons ibéro-atlantiques	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i> <i>Calopteryx xanthostoma</i> <i>Ceriagrion tenellum</i> <i>Gomphus pulchellus</i>	4	9,1
Taxons subméditerranéens	<i>Ischnura pumilio</i> <i>Orthetrum brunneum</i>	2	4,5
Taxons holoméditerranéens à expansion atlantique	<i>Coenagrion scitulum</i> <i>Erythromma lindenii</i>	2	4,5
Taxons holoméditerranéens à expansion orientale	<i>Anax parthenope</i>	1	2,3
Taxons pan ouest-méditerranéens	<i>Lestes virens virens</i>	1	2,3
Taxons afro-européens	<i>Anax imperator</i> <i>Sympetrum fonscolombii</i>	2	4,5

4. Groupes écologiques

Les 44 espèces observées ont été regroupées en quatre grands groupes écologiques (Tableau 14).

Au sein de ces grands groupes, les espèces occupent des niches écologiques plus ou moins divergentes. En effet, chaque espèce possède des exigences différentes en ce qui concerne, entre autres, le pH et la teneur en oxygène de l'eau, la richesse en nutriments, la nature du substrat, le degré d'ensoleillement des berges, la taille et la profondeur de l'habitat, la présence de végétation, la nature et la densité des compétiteurs et des prédateurs potentiels, l'altitude, les milieux environnants, etc.

Par exemple, *Calopteryx virgo* se rencontre préférentiellement sur les cours d'eau rapides et bien oxygénés alors que *Calopteryx splendens* et *Calopteryx xanthostoma* volent au-dessus de cours d'eau plus lents. De même, au sein des espèces ubiquistes, certaines espèces présentent un caractère pionnier marqué et apprécient les plans d'eau peu profonds et peu végétalisés (*Ischnura pumilio*, *Libellula depressa*, *Orthetrum brunneum*) alors que d'autres recherchent des plans d'eau possédant une couverture d'hydrophytes flottantes (par exemple, *Erythromma najas*).

Ainsi, les regroupements présentés sont volontairement grossiers et visent surtout à mettre en exergue les espèces tyrphophiles et tyrphobiontes.

Tableau 14 : Groupes écologiques principaux auxquels appartiennent les espèces de libellules observées. (Sources principales : Dijkstra, 2007 ; Grand & Boudot, 2006 ; Kever *et al.*, 2014).

Rhéophile (n=5)	Ubiquiste (n=32)		Tyrphophile (n=6)	Tyrphobionte (n=1)
<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Lestes dryas</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Somato. arctica</i>
<i>Calopteryx virgo</i>	<i>Aeshna grandis</i>	<i>Lestes sponsa</i>	<i>Coenagr. hastulatum</i>	
<i>Cordulegaster boltonii</i>	<i>Aeshna mixta</i>	<i>Lestes virens</i>	<i>Coenagr. lunulatum</i>	
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	<i>Anax imperator</i>	<i>Libellula depressa</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	
<i>Calopteryx xanthostoma</i>	<i>Anax parthenope</i>	<i>Lib. quadrimaculata</i>	<i>Orth. coerulescens</i>	
	<i>Ceriagrion tenellum</i>	<i>Orthetrum albistylum</i>	<i>Sympetrum danae</i>	
	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Orthetrum brunneum</i>		
	<i>Coenagrion puella</i>	<i>Orth. cancellatum</i>		
	<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Platycnemis pennipes</i>		
	<i>Cordulia aenea</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		
	<i>En. cyathigerum</i>	<i>Somato. metallica</i>		
	<i>Erythromma lindenii</i>	<i>Sympetma fusca</i>		
	<i>Erythromma najas</i>	<i>Sympetrum flaveolum</i>		
	<i>Gomphus pulchellus</i>	<i>Symp. fonscolombii</i>		
	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Symp. sanguineum</i>		
	<i>Ischnura pumilio</i>	<i>Sympetrum striolatum</i>		

RESULTATS - 2^{EME} PARTIE : *COENAGRION LUNULATUM*

1. Suivi de l'espèce à l'Etang de la Fargette (Saint-Germain-l'Herm)

a. Conditions météorologiques lors des prospections

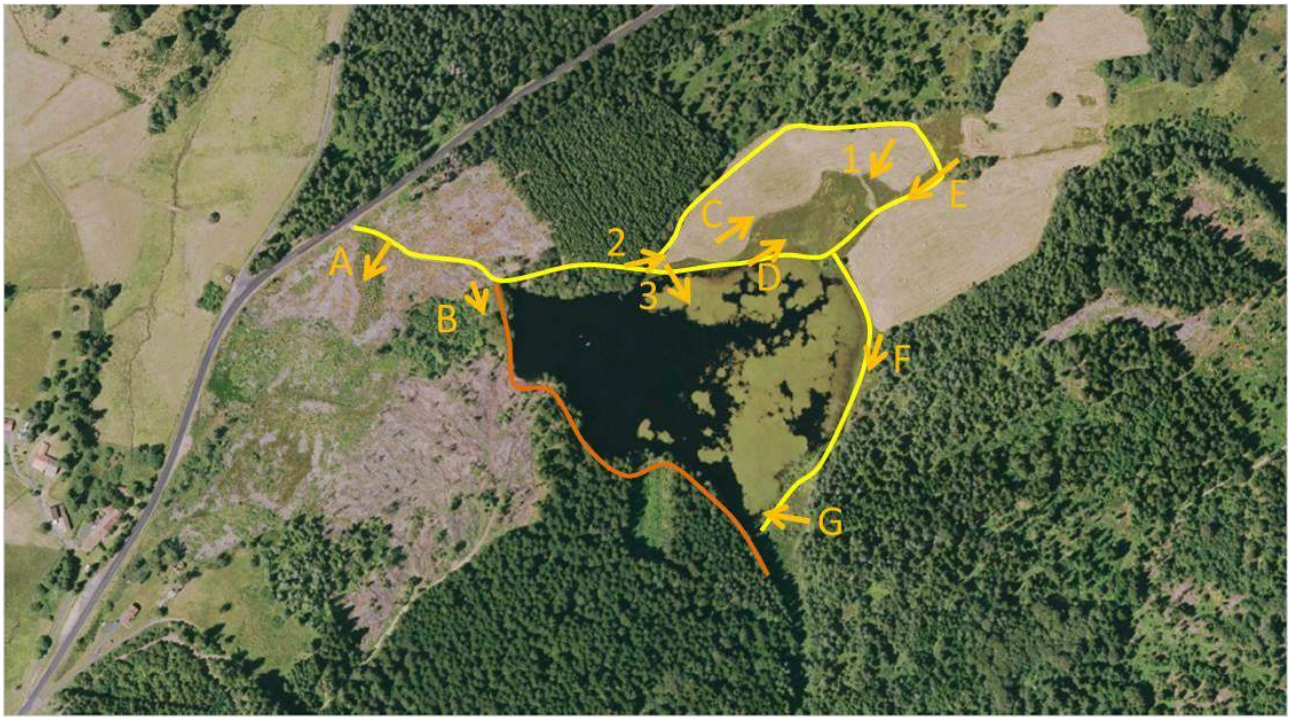
Tableau 15 : Conditions météorologiques lors de nos passages à l'étang de la Fargette.

Année	2018						2019			
Jour/mois	02/06	07/06	18/06	20/06	11/07	02/08	15/05	24/05	19/06	27/06
Heures	9h30-14h	9h40-13h	10h30-14h30	13h30-14h30	18h-20h	8h10-12h	14h10-17h30	14h45-19h	10h-15h	9h40-10h50
Durée	4h30	3h20	4h	1h	2h	3h50	3h20	4h15	5h	1h10
T°C	15-18	15	12-15	25	20	17	12	18	30	27-30
% nuages	< 25%	25-50%	100%	50-75%	50-75%	0%	0%	50-75%	50-75%	0%
Vent	1	1	1	2	1	0	2	2	0	0
Remarque	Beau temps puis averse en fin					Période de canicule		Ciel orageux au début puis se dégage ; temps resté sec	Canicule	Canicule

b. Description du site

L'étang de la Fargette est situé à 1,2 km au nord-est de Saint-Germain-l'Herm, dans un contexte forestier (Figure 62). Des coupes à blanc récentes, à présent envahies par les genêts et autres arbustes, ont été réalisées à sa périphérie ouest et sud-ouest. L'étang est d'origine anthropique, un barrage fixe forme sa berge occidentale. Son exutoire est canalisé par une structure en pierres. Un petit abri est construit en retrait de cette berge et une mare y a été aménagée. Deux petits ruisseaux alimentent l'étang. Le premier, au nord-ouest, traverse une zone ouverte constituée de prairies montagnardes mésophiles à hygrophiles. Le second, aux apports plus importants, est situé au sud-est et se trouve en contexte forestier (plantations de conifères principalement). Aux embouchures, se développent une zone tourbeuse et une saulaie marécageuse. Les prairies sont fauchées mais plutôt tardivement (par exemple à notre passage du 02 août 2018, la fauche n'avait pas été effectuée).

La surface en eau couvre environ 4,6 hectares. La pente des rives nord et ouest est douce à très douce, la profondeur reste faible sur au moins un mètre (parfois sur plus de 5 mètres à l'ouest). Une bande d'hélophytes est bien présente dans ces eaux peu profondes, tout au long des berges nord et ouest (environ 450 mètres de linéaire). La flore y est diversifiée : plusieurs espèces de joncs et carex, prêles (*Equisetum* sp.), scirpes, Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), glycérie (*Glyceria* sp.), Potentille palustre (*Comarum palustre*), rubanier (*Sparganium* sp.), etc. Les ceintures dominantes sont celles du Carex à utricules rostrés (*Carex rostrata*) et celle du Scirpe des marais (*Eleocharis palustris*) (Figure 66). La ceinture d'hydrophytes devient très mince à inexistante le long de la berge sud, probablement en raison, entre autres, de l'ombrage du massif forestier.



0 20 40 60 80 100m Échelle : 1:4 265 Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016 Projection : Web Spherical Mercator

Figure 62 : Vue satellite de l'Etang de la Fargette. Les lignes jaunes indiquent les zones qui ont été prospectées à chacune de nos visites, la ligne orange représente un linéaire prospecté mais moins régulièrement. Les flèches indiquent la position et l'orientation du photographe lors de la prise des Figures 63 (chiffre 1), 65 (2), 67 (3) et 64 (lettres A à G). (Source : CRAIG).



Figure 63 : Etang de la Fargette, vu depuis la prairie fleurie qui juxte sa rive nord (02.vi.18).

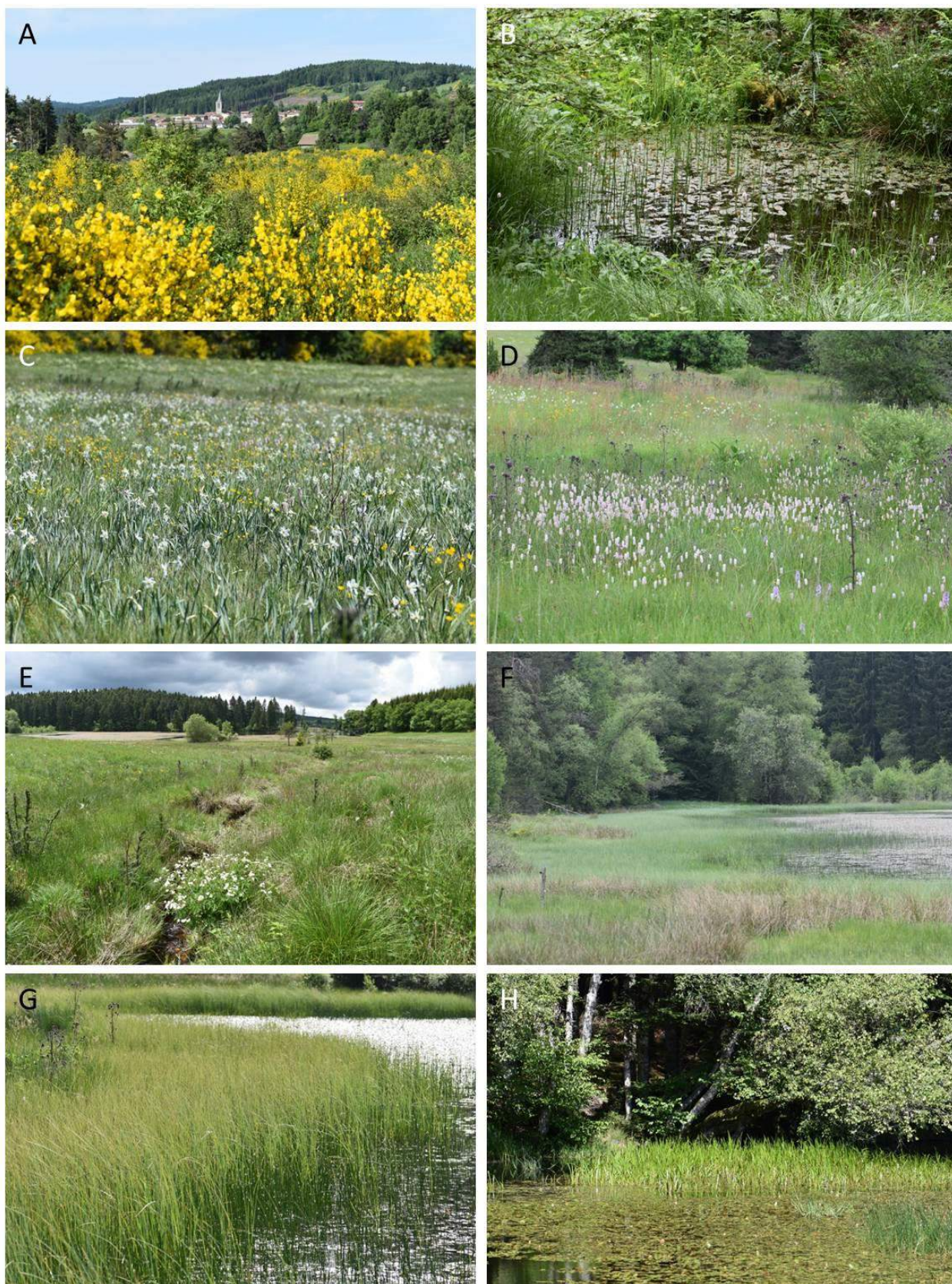


Figure 64 : Etang de la Fargette. (A) Vue de Saint-Germain-l'Herm depuis l'un des recrûs situé à l'ouest de l'étang (19.vi.19). (B) Petite mare aménagée (18.vi.18). (C) Prairie montagnarde à la flore diversifiée juxtant la rive nord-est (19.vi.19). (D) Secteur humide à Renouée bistorte, *Bistorta officinalis* (18.vi.18). (E) Ruisseau de la zone ouverte (02.vi.18). (F) Une large ceinture d'hélophytes se développe le long de la rive boisée située à l'est de l'étang (02.vi.18). (G) Ceinture d'hélophytes à *Carex rostrata* (de couleur vert jaunâtre, côté berge), et à *Eleocharis palustris* (vert foncé, côté eau) (27.vi.19). (H) Une tache de *Sparganium* sp. (vert pâle) est présente sur la rive sud, à proximité de l'embouchure du second ruisseau. Des hydrophytes (*Potamogeton* sp. et *Callitriche* sp.) recouvrent la surface (02.viii.18).



Figure 65 : Evolution du paysage à l'Etang de la Fargette entre le 15 mai 2019 et le 19 juin 2019 : développement de la végétation de la prairie dont des fougères aigles, *Pteridium aquilinum*, au premier plan et recouvrement de l'étang par les potamogetons.

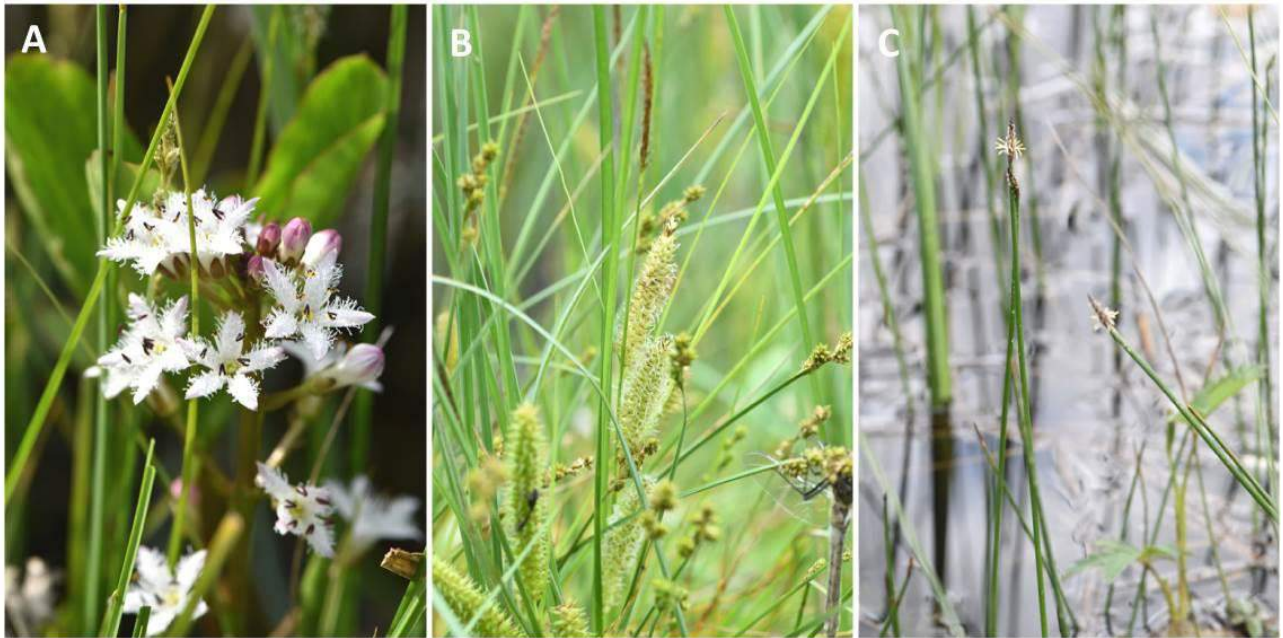


Figure 66 : Principales hélophytes rencontrées à l'étang de la Fargette. (A) Trèfle d'eau, *Menyanthes trifoliata* (24.v.19). (B) *Carex* spp. dont *Carex* à utricules rostrés, *Carex rostrata* (18.vi.18). (C) Scirpe des marais, *Eleocharis palustris* (07.vi.18).



Figure 67 : Couverture de potamots (*Potamogeton* sp.) lors de son expression maximale. Une zone centrale d'eau libre est visible. La rive boisée au fond est celle située à l'est ; une belle ceinture d'hydrophytes la borde. (18.vi.18).

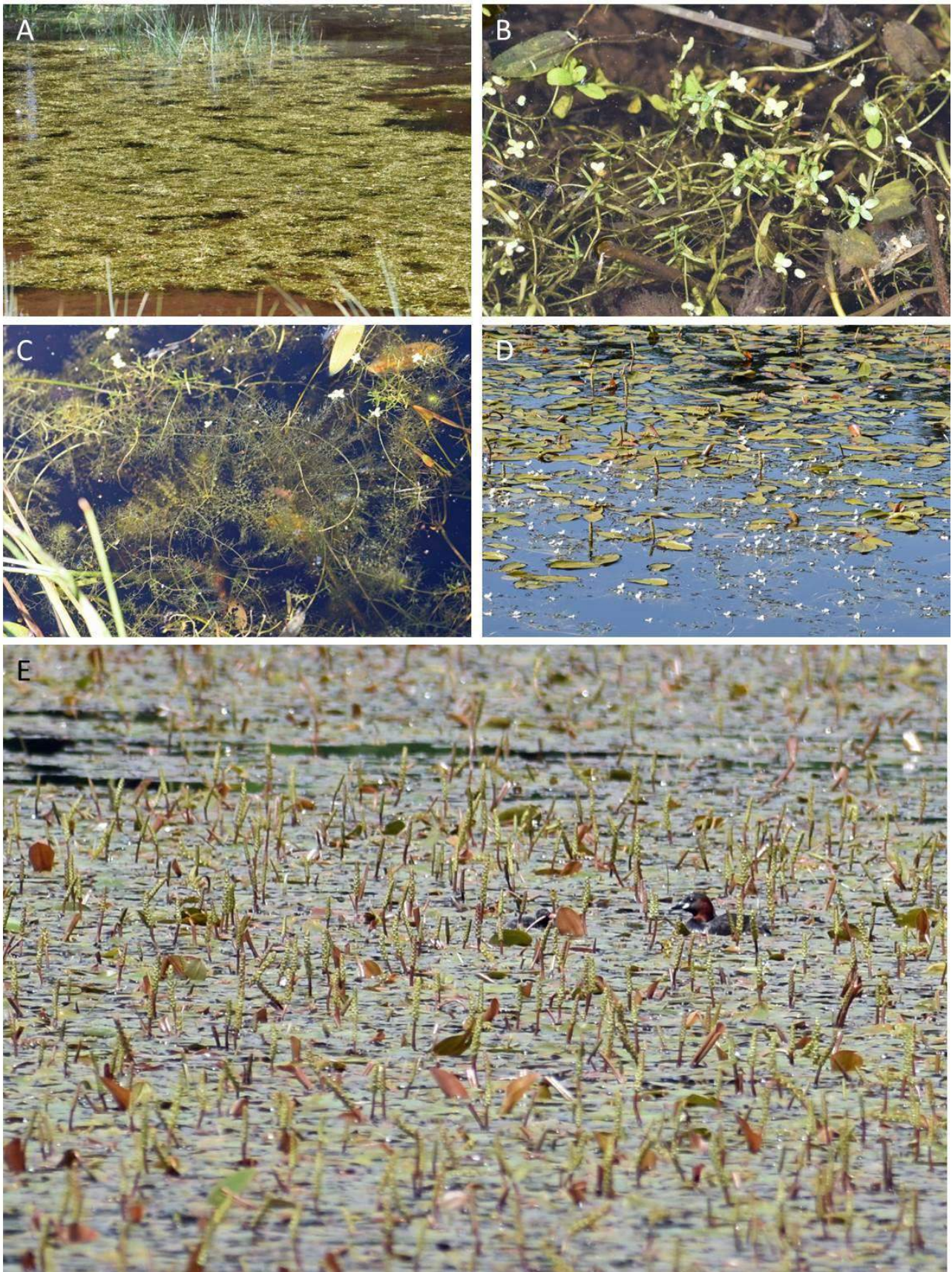


Figure 68 : Principales hydrophytes rencontrées à l'étang de la Fargette. (A-B) *Callitriche* sp. (19.vi.19). (C) Utriculaire, *Utricularia vulgaris* (02.viii.18). (D) Flûteau nageant, *Luronium natans* (27.vi.19). (E) Potamot, *Potamogeton* sp. (07.vi.18). Le développement des hydrophytes est favorable à différents organismes dont les oiseaux d'eau, comme ce Grèbe castagneux, *Tachybaptus ruficollis*, surveillant son poussin.

Les hydrophytes sont abondantes et diversifiées : principalement potamots (*Potamogeton* sp.) mais également Flûteau nageant (*Luronium natans*), Utriculaire (*Utricularia vulgaris*) et *Callitriche* sp. ; Figure 68). Elles se développent toutefois presque exclusivement dans la moitié amont de l'étang, la surface de la moitié aval restant majoritairement libre. Ainsi, à leur développement maximal, les potamots recouvrent entre 50 et 60% de la surface de l'étang (Figure 67).

Des poissons (dont carpes ?) ont été observés mais les densités semblent faibles. D'ailleurs, l'étang n'a pas de vocation piscicole et n'est pas utilisé, du moins de façon régulière, pour la pêche (aucun pêcheur rencontré au cours de nos 10 passages). Des amphibiens, dont de nombreuses Grenouilles vertes, *Pelophylax* sp., sont présents.

c. Libellules observées et citations issues de la bibliographie

Dix passages ont été réalisés à l'étang de la Fargette, 6 en 2018 et 4 en 2019 (Tableau 15). Au total, 25 espèces d'odonates ont été notées dont 2 (*Orthetrum cancellatum* et *Somatochlora metallica*) uniquement à l'aide des exuvies (Tableaux 11 et 16).

La fiche descriptive de la ZNIEFF indiquait la présence de 5 espèces d'odonates déterminantes : *Aeshna juncea*, *Calopteryx virgo meridionalis*, *Coenagrion hastulatum*, *Coenagrion lunulatum*, *Somatochlora arctica*, *Sympetrum danae*. Parmi ces espèces, seule *Somatochlora arctica* n'a pas été observée, peut-être en raison de sa période de vol plus tardive et de sa discrétion habituelle.

Les données de cette fiche proviennent essentiellement de Francez & Durand (1993) qui reportaient la présence de 16 espèces (les précédentes (à l'exception de *Calopteryx virgo* et *A. juncea*), ainsi que *C. puella*, *L. dryas*, *L. sponsa*, *P. nymphula*, *A. grandis*, *Anax imperator*, *Cordulia aenea*, *Lib. quadrimaculata*, *Lib. depressa*, *So. metallica*, *Symp. sanguineum*).

Barbarin & Lefebvre (2016) avaient observé 20 espèces au cours de leurs prospections en 2014 et 2015 (*L. sponsa*, *Sympecma fusca*, *C. hastulatum*, *C. lunulatum*, *C. puella*, *E. cyathigerum*, *I. elegans*, *P. nymphula*, *Aeshna juncea*, *Aeshna grandis*, *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *G. pulchellus*, *Cordulia aenea*, *Somatochlora metallica*, *Libellula quadrimaculata*, *O. cancellatum*, *Sympetrum danae*, *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum fonscolombii*). Ces espèces ont été observées dans le cadre de cette étude à l'exception de *Ischnura elegans* et *Sympetrum fonscolombii*.

Par ailleurs, le site web « Faune-Auvergne » (consulté le 12 novembre 2019) indique l'observation de 29 espèces dont 6 s'ajoutent aux observations précédentes :

- *Coenagrion pulchellum* : 1 individu le 29 juillet 2001 (Julien Barataud)
- *Erythromma najas* : 1 individu le 01 août 2014 (Cl. Cherie)
- *Ischnura pumilio* : 1 individu le 13 juillet 2019 (Cl. Cherie)
- *Platycnemis pennipes* : 1 individu le 28 juillet 2015 et 2 le 13 juillet 2019 (Cl. Cherie)
- *Aeshna cyanea* : 1 individu le 01 août 2014 (Cl. Cherie), 1 le 27 août 2017 (avec photo ; Jean-Jacques Lallemand), 1 le 13 juillet 2019 (Cl. Cherie)
- *Sympetrum vulgatum* : 1 le 17 août 2013 (Cl. Cherie)

Ainsi, 34 espèces d'odonates ont été détectées au moins une fois à l'Etang de la Fargette. Parmi nos observations, les données correspondant à *Coenagrion scitulum* et *Ceriagrion tenellum* sont, *a priori*, des premières mentions pour le site.

d. Utilisation du site par l'Agrion à lunules

Nos observations concernent principalement des mâles. Les femelles plus discrètes et plus cryptiques, étaient surtout détectées à l'occasion des tandems (Tableau 16).

Coenagrion lunulatum a principalement été observé au sein des hélophytes situées le long de la berge nord, à l'ouest du ruisseau qui traverse la zone ouverte. C'est là que Barbarin & Lefebvre (2016) avaient contacté l'espèce. La berge située entre les embouchures des deux ruisseaux est également utilisée par les imagos mais les effectifs semblent plus réduits. Enfin, des mâles ont été notés le long de la berge sud mais toujours en petit nombre (1-3) et en transit. Il est probable que l'ensoleillement influence cette distribution, à la fois directement (via la température de l'eau et de l'air) et indirectement (via le développement des hélophytes). De même, les émergences semblent se dérouler presque exclusivement au sein des hydrophytes de la berge nord, à l'ouest du ruisseau qui traverse la zone ouverte, c'est-à-dire dans le secteur le mieux exposé.

La maturation des individus semble avoir lieu principalement à l'écart de l'étang, au sein de la prairie fleurie. Par ailleurs, des individus matures ont été observés à plus d'une centaine de mètres de l'étang, dans les zones ouvertes (recrû des coupes à blanc et prairie).

L'espèce a été contactée dès le 15 mai (2019) et jusqu'au 27 juin (2019). Les prospections plus tardives (11 juillet et 02 août 2018) n'ont pas été positives. Le pic des effectifs a eu lieu vers la mi-juin avec 80 individus environ comptabilisés. Les émergences semblent donc se dérouler principalement au cours des deux premières décades de ce mois, ce qui est conforme à ce qui est observé dans le secteur Cézallier-Mont-Dore. Des tandems et cœurs copulateurs ont été régulièrement notés et des exuvies ont été ramassées (5 le 02 juin 2018 et 20 le 24 mai 2019), confirmant s'il était besoin, l'autochtonie de l'espèce. Par contre, nous n'avons pas observé de pontes, probablement parce qu'elles s'effectuent à distance des rives, sur les potamots.

Nous avons noté la présence de larves d'hydracariens ectoparasites sur plusieurs individus (Figure 7) mais sans chercher à en mesurer la fréquence ou la charge.

Tableau 16 (page suivante) : Odonates observés lors de nos prospections à l'Étang de la Fargette en 2018 et 2019.

T = Tandem ; P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle.

Espèce		02/06/18	07/06/18	18/06/18	20/06/18	11/07/18	02/08/18	15/05/2019	24/05/2019	19/06/19	27/06/19
1	<i>Calopteryx virgo</i>				1m						1m
2	<i>Lestes sponsa</i>					>>500 (émerg.)	50-100				≥50 ; émerg.
3	<i>Chalcolestes viridis</i>						1m émerg.				
4	<i>Sympetma fusca</i>			1			2-3	3			
5	<i>En. cyathigerum</i>	>>150	>>100, T, émerg.	>>100	>>100	>>300, T, émerg.	50-100		≥5 émerg., 1T	>>100, T	Plusieurs centaines, P, T, émerg.
6	<i>Co. puella</i>	≥7	8	≥100	≥100	≥50-100	2			>200 dont T	Plusieurs centaines, P, T, émerg.
7	<i>Co. scitulum</i>										1m
8	<i>Co. hastulatum</i>	2m									
9	<i>Co. lunulatum</i>	≥40m, ≥8T, 5 exuvies	≥52m, 3f, 4T	≥78m, 5T	≥50m, 3T	-	-	3f émerg.	2 m émerg., 1 f émerg., 20 exuvies	≥80 ind, ≥25T	4m, 1f, pas de T observé
10	<i>P. nymphula</i>	3T	1 cadavre	≥5+2 mare, T	1		1f		(1 exuvie f)	≥10 ind. dont T	≥2
11	<i>Ceriagrion tenellum</i>						1f				
12	<i>Aeshna grandis</i>						5m				
13	<i>Aeshna juncea</i>						3-4m				
14	<i>Anax imperator</i>				1m	1, 1 émerg. ratée	5m			2-4	2 dont 1 dans recrû
15	<i>Anax parthenope</i>									1	
16	<i>Gomphus pulchellus</i>						1m				
17	<i>Cordul. boltonii</i>				1m émerg.						
18	<i>Cordulia aenea</i>	4m	≥12 émerg., ≥20 m	2 émerg.	≥2m	3-4m	5m		1 émerg. ratée	>30m	>10m
19	<i>Lib. quadrimaculata</i>	5	≥2 émerg., >15 ind., T + P	3 émerg.	≥2m	6-8, T	>10			>50-60	>40
20	<i>Libellula depressa</i>									1m	
21	<i>Sympetrum danae</i>						4m, 1f, 1f émerg.				
22	<i>Symp. sanguineum</i>						2m				
23	<i>Symp. flaveolum</i>					1	1m				
TOTAL (nb. espèces)		7	6	7	9	7	16	2	3	9	10

2. Suivi de l'espèce à la RNR du Lac de Malaguet (Monlet, Sembadel, Félines)

a. Conditions météorologiques lors des prospections

Tableau 17 : Conditions météorologiques lors de nos passages au Lac de Malaguet.

Année	2018			2019		
	08/06	19/06	26/06	13/06	25/06	01/07
Heures	15h50-19h40	11h-19h	11h30-18h45	10h30-15h15	12h25-17h	12h30-18h40
Durée	4h50	8h	7h15	4h45	4h35	6h10
T°C	15	14-22	18	13-20	24-27	26
% nuages	100%	50-75%	0%	0%	100%	0-25%
Vent	2	1	1	0	0	0 mais >5 en fin de journée
Remarque	Pluie fine intermittente				Période de canicule	Orage en fin de journée

b. Description du site

Le site (Figures 70-73) a fait l'objet d'une description des parcelles et des habitats dans le cadre de son dossier de classement de RNR (PNRLF, 2014) (Figures 35, 36). Il a notamment la particularité d'être soumis à de fortes variations de niveau. Ainsi, des secteurs avec 40 à 90 centimètres d'eau en juin 2018 étaient exondés en juin 2019.

Le Lac de Malaguet possède une physiognomie et des habitats qui correspondent *a priori* aux exigences écologiques de *Coenagrion lunulatum* :

- Ceinture diversifiée d'hélophytes (prêlaies et magnocariçaies).
- Berges bien exposées à pente douce voire très douce.
- Présence d'hydrophytes dont des potamots (peu exprimés en 2019), de la Renouée amphibie (*Persicaria amphibia*) et du Flûteau nageant.
- Présence de prairies de fauche fleuries à proximité immédiate.

La rive où s'expriment le plus ces caractéristiques se situe au nord. C'est d'ailleurs dans ce secteur que deux mâles ont été observés le 10 juin 2015 par Nathanaël Lefebvre (Barbarin & Lefebvre, 2016). Les rives est et sud semblent les moins attractives car elles ont une ceinture d'hélophytes beaucoup plus réduite voire nulle, et un moindre ensoleillement en raison du massif forestier présent.

Le principal facteur qui pourrait avoir un impact négatif sur *C. lunulatum* est la présence de poissons, l'activité piscicole étant développée.

Un petit bassin situé à l'aval du lac possède de faibles densités de poissons, est peu profond et se couvre de potamots. Nous y avons recherché *Coenagrion lunulatum* mais sans succès.

Enfin, signalons l'observation d'amphibiens (Grenouilles vertes essentiellement, Triton palmé), ainsi que l'Ecrevisse signal, *Pacifastacus leniusculus*, une espèce invasive américaine (Figure 69).

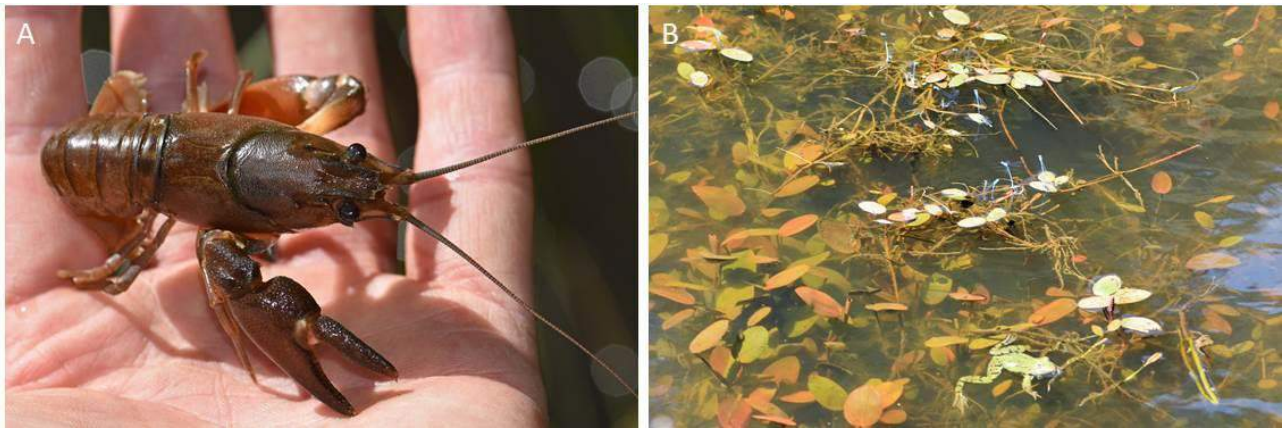


Figure 69 : Ecrevisse signal, *Pacifastacus leniusculus* (A), et Grenouille verte, *Pelophylax* sp. (B). L'écrevisse a été attrapée dans la zone de faible profondeur au nord du lac. La grenouille tentait de consommer les tandems de *Coenagrion puella* qui pondaient dans les hydrophytes et branches mortes du bassin situé à l'aval du lac. [26.vi.18 (A), 13.vi.19 (B)].

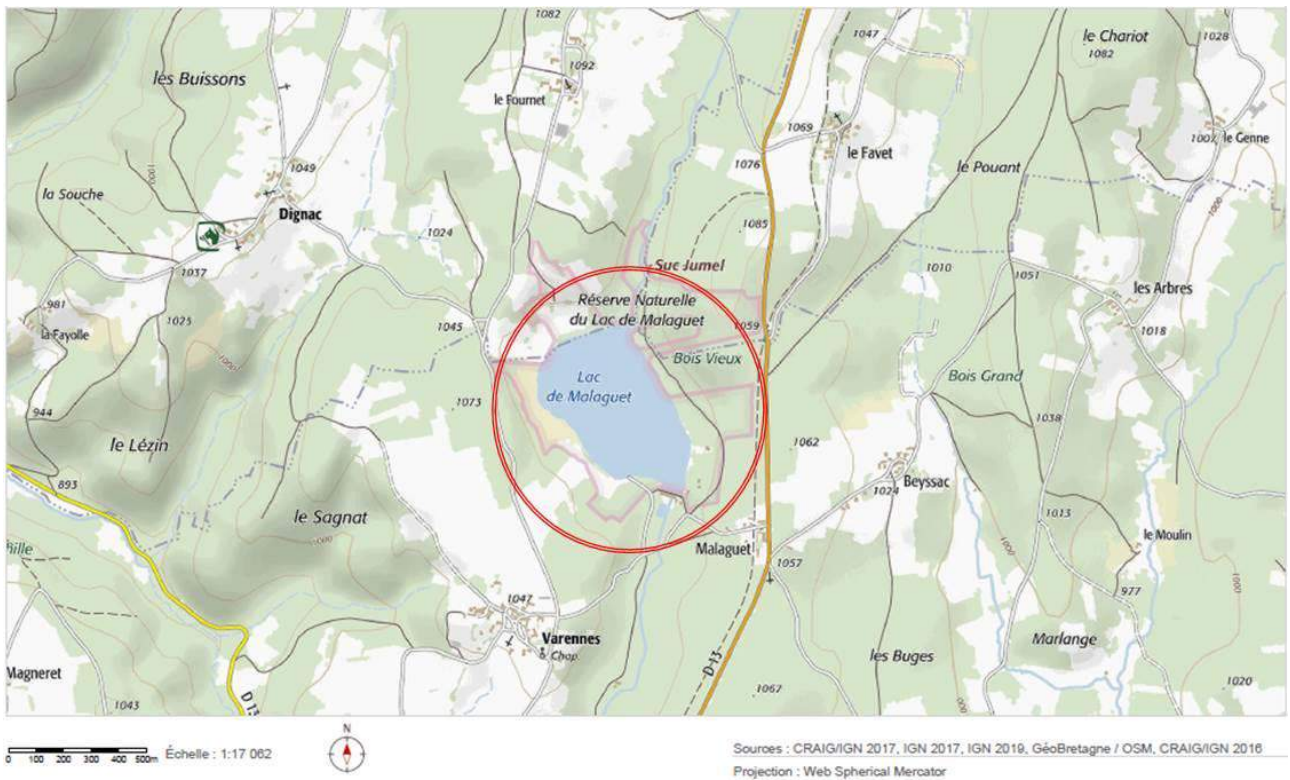


Figure 70 : Localisation de la RNR du Lac de Malaguet. (Source : CRAIG).



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 71 : Vue satellite du Lac de Malaguet. La ligne jaune symbolise le linéaire habituellement prospecté. Les flèches indiquent la position et l'orientation du photographe lors des prises des Figures 72 et 73. (Source : CRAIG).



Figure 72 : Lac de Malaguet. (A-D) Différentes vues du lac et de ses berges. (E) Secteur où a été réalisée l'observation de deux mâles en 2015. L'ourlet arbustif qui s'étend entre la prairie de fauche du premier plan et la saulaie, est formé par la Spirée de Billiard (*Spiraea x billiardii*) une espèce exotique envahissante. (F) Drain creusé dans une prairie de fauche [19.vi.18 (A), 13.vi.19 (B), 25.vi.19 (C), 01.vii.19 (D), 08.vi.18 (E, F)].

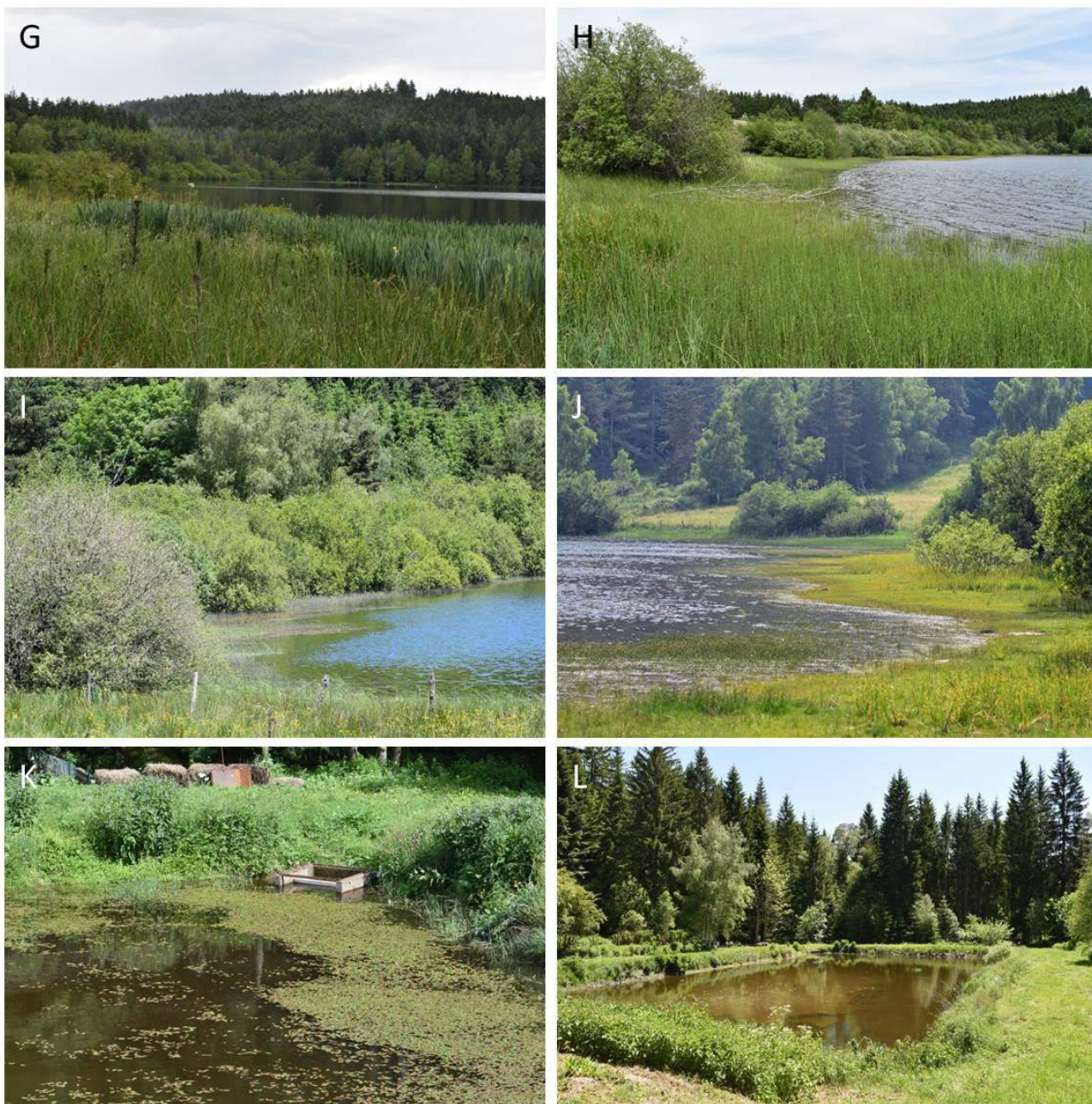


Figure 73 : Lac de Malaguet. (G) Berge au niveau d'une prairie humide à tourbeuse avec, entre autres, des Iris des marais, *Iris pseudacorus* (plantes vert bleuté). (H) Prêlaie (*Equisetum* sp.) au premier plan et saulaie marécageuse de la rive nord. (I) Saulaie bordant le sud-ouest du lac. (J) Magnocariçaie et gazons amphibies exondables à Littorelle, *Littorella uniflora*, et Scirpe épingle, *Eleocharis acicularis* bordant la saulaie marécageuse au nord. Ces zones étaient sous 40 à 90 centimètres d'eau en juin 2018 mais exondées en juin 2019. (K-L) Bassin peu profond situé en aval du lac (au sud), derrière les habitations. Le bassin a été vidangé au cours de l'hiver 2019. Des potamots (*Potamogeton* sp.) recouvraient toute la surface en 2018 mais étaient peu présents en 2019 (K, L). [08.vi.18 (G), 19.vi.18 (H, I), 01.vii.19 (J), 25.vi.19 (K), 13.vi.19 (L)].

Tableau 18 : Odonates observés lors de nos prospections au Lac de Malaguet en 2018 et 2019. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle. Pour les espèces rhéophiles rencontrées le long du ruisseau La Borne, il est précisé si c'était en amont ou en aval du lac.

Espèce	08/06/18	19/06/18	26/06/18	13/06/19	25/06/19	01/07/19	
1	<i>Calopteryx splendens</i>		2m	1m			
2	<i>Calopteryx xanthostoma</i>		1m	1m		1m	
3	<i>Calopteryx virgo</i>		2m (amont) + 2f, 1m (aval)	10m, 8f (amont)		1m	2m, 5f (amont)
4	<i>Sympecma fusca</i>			1m, 1f, T		2 ind.	3 ind.
5	<i>Ischnura elegans</i>	≥100	≥100, T, P	>100, T, P		≥5 ind.	7m, 2f, T
6	<i>Ischnura pumilio</i>				2m, 1f, T		2m, 3f
7	<i>Enallagma cyathigerum</i>	≥200	>> 500, T, P	Plusieurs centaines, T, P	1m, 1f	≥300, T, P	200-300, P, T
8	<i>Coenagrion puella</i>	≥100	≥100	Plusieurs centaines, T, P	1m autour du lac mais >200 ind. sur bassin aval (émerg., T, P)	5 ind., T (≥100 bassin)	≥50 ind, T
9	<i>Coenagrion hastulatum</i>	1m					
-	<i>Coenagrion lunulatum</i>	-	-	-	-	-	-
10	<i>Erythromma najas</i>	4m	1m	4m			
11	<i>Erythromma lindenii</i>		1m immature (a priori autochtone)				
12	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		5 ind.	≥5 ind. (surtout dans saulaie, au nord)	1m		
13	<i>Platycnemis pennipes</i>		>30, T	Plusieurs centaines, T, P			
14	<i>Anax imperator</i>		5m, 2f, P (+ 4m bassin)	≥6m + 1f à la P, 1 cadavre		≥5m	4m, 1f à la P
15	<i>Anax parthenope</i>					1m	≥ 1m, ≥1f, T, P
16	<i>Gomphus pulchellus</i>		3m, 3f (dont 2T)	8 ind.			≥4 ind., 1m immature, 1 cadavre
17	<i>Cordulegaster boltonii</i>					1 (ruisseau aval)	2 (amont)
18	<i>Cordulia aenea</i>	4 ind.	15	8 ind., P	2 ind.	1-2 ind.	≥2
19	<i>Libellula quadrimaculata</i>	2 ind.	12, T, P	20-50 ind., T, P	1m + 1m sur bassin	≥10 ind.	≥50 ind., T, P, 1 cadavre

	Espèce	08/06/18	19/06/18	26/06/18	13/06/19	25/06/19	01/07/19
20	<i>Libellula depressa</i>			1m	5m sur bassin	4m	3m, 1f, P
21	<i>Orthetrum cancellatum</i>	5 émerg. dont 2 ratées, +2 larves émerg.	3m matures, 25f ou m immatures, émerg.	20 ind., T, P, émerg.	5 ind. en maturation	≥30 ind., T, P	≥10 ind. matures, ≥5 immatures, 1 émerg. ratée, T, P
22	<i>Orthetrum albistylum</i>			1f			
23	<i>Sympetrum flaveolum</i>						1m
24	<i>Sympetrum fonscolombii</i>		2m, 1f T	1m, 1f, T, P	9m, 3f, T	≥200 ind., T	100-200, T, P
TOTAL (nb. espèces)		8	16	18	9	13	17

c. Libellules observées et citations issues de la bibliographie

Six passages ont été réalisés au Lac de Malaguet, 3 en 2018 et 3 en 2019 (Tableau 17). Au total, 24 espèces d'odonates ont été contactées au moins une fois (Tableaux 18, 19). Les exuvies ramassées de façon opportuniste appartenaient à 4 espèces (*Anax imperator*, *Cordulia aenea*, *Lib. quadrimaculata*, *O. cancellatum* ; Tableau 11).

***Coenagrion lunulatum* n'a pas été observé.** Pourtant, nos visites ont été longues (entre 4h35 et 8h sur le site), se sont focalisées sur les habitats favorables (secteurs ouest et nord du lac), et ont été réalisées entre le 08 juin (2018) et 01 juillet (2019), c'est-à-dire pendant la période la plus propice à l'observation de l'espèce.

Par ailleurs, un seul mâle de *Coenagrion hastulatum* a été noté, le 08 juin 2018 (Lat./Long. : 755,676/6461,749), à proximité de la saulaie marécageuse de la rive nord où l'espèce était notée « bien présente » en 2015 (Barbarin & Lefebvre, 2016). L'espèce a cependant été trouvée en juillet 2019 par Nathanaël Lefebvre (comm. pers.).

Des espèces non observées dans le cadre de cette étude ont été reportées par d'autres sources (Tableau 19) :

- *Lestes sponsa*
- *Chalcolestes viridis*
- *Coenagrion lunulatum*
- *Somatochlora metallica*
- *Sympetrum sanguineum*
- *Sympetrum striolatum*
- *Crocothemis erythraea*

Ainsi, 31 espèces d'odonates ont été détectées au moins une fois au Lac de Malaguet. Parmi nos observations, six espèces semblent être mentionnées du site pour la première fois :

- *Calopteryx splendens*
- *Calopteryx xanthostoma*
- *Erythromma najas*
- *Erythromma lindenii*
- *Platycnemis pennipes*
- *Orthetrum albistylum*

Les abondances relatives des différentes espèces ont fortement variées entre 2018 et 2019, peut-être en raison de la vidange hivernale et/ou des températures élevées de 2019 (épisodes de canicule). Par exemple, seuls 2 ou 3 individus de *Sympetrum fonscolombii* volaient en juin 2018 mais plusieurs centaines étaient notées en juin 2019 ! Inversement, les effectifs de plusieurs Zygoptères étaient plus réduits en 2019 dont ceux de *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans* et *Platycnemis pennipes*.

Enfin, des taxons méridionaux et/ou à tendance thermophile ont été notés (*Calopteryx xanthostoma*, *Erythromma lindenii*, *Anax parthenope*, *Orthetrum albistylum*, *Sympetrum fonscolombii*, *Crocothemis erythraea*). Il serait intéressant de vérifier si leur présence ne devient pas de plus en plus régulière sous l'effet des changements climatiques globaux.

Tableau 19 : Odonates reportés du Lac de Malaguet dans la littérature ou via le site web « Faune-Auvergne » (consulté le 12 novembre 2019). La liste reportée par PNRLF (2014) correspond à un inventaire réalisé par Nathanaël Lefebvre en 2012. Pour cette étude, le statut de reproduction et une évaluation de l'abondance sont reportés : Rc = Reproduction certaine (observation d'émergence ou de ponte), Rp = Reproduction probable (observation d'accouplement), Rpo = Reproduction possible (Présence dans un milieu favorable en période de reproduction), ? = espèce erratique probablement non reproductrice. Les données issues de « Faune-Auvergne » ont été réalisées principalement par Cyrille Poirel, ainsi que Didier Perrocheau, Charles Lemarchand et Bernard Couronne. Les mentions *a priori* nouvelles sont détaillées.

Espèce	Francez & Durand (1993)	Barbarin & Lefebvre (2016)	PNRLF (2014)	« Faune-Auvergne »
<i>Calopteryx virgo</i>		X	Rc / + +	
<i>L. sponsa</i>	X	X	Rp / + +	
<i>Chal. viridis</i>			Rc / + +	X
<i>Sympecma fusca</i>			Rpo / +	
<i>C. hastulatum*</i>	X	X		
<i>C. lunulatum</i>		X		
<i>C. puella</i>	X	X	Rp / +	
<i>E. cyathigerum</i>	X	X	Rc / + + +	X
<i>I. elegans</i>	X	X	Rc / + +	X
<i>I. pumilio</i>	X			
<i>P. nymphula</i>		X	Rpo / +	X
<i>Anax imperator</i>	X	X	Rc / + + +	X
<i>Anax parthenope</i>			? / +	
<i>G. pulchellus</i>		X	Rc / +	X
<i>Corduleg. boltonii</i>			Rc / +	
<i>Cordulia aenea</i>	X	X	Rp / + + +	
<i>S. metallica</i>	X			
<i>Libellula quadrimaculata</i>	X	X	Rc / + + +	X
<i>Libellula depressa</i>	X		Rpo / +	X
<i>O. cancellatum</i>	X	X	Rc / + + +	X
<i>Symp. flaveolum</i>	X		Rpo / +	
<i>Symp. fonscolombii</i>	X	X	Rc / + +	X
<i>Symp. sanguineum*</i>				2 mâles le 20/ix/2019 (B. Couronne) ; pas de photo
<i>Symp. striolatum</i>			Rc / + + +	X
<i>Crocothemis erythraea</i>				≥1 le 17/xiii/2019 (C. Poirel) ; pas de photo.
Nombre total d'espèces (n = 25)	14	14	19	13

**Coenagrion hastulatum* [un couple le 04 juillet, au nord du lac, au niveau des gazons amphibiés] et *Sympetrum sanguineum* ont également été notés en 2019 par Nathanaël Lefebvre (comm. pers.)



RESULTATS – 3^{EME} PARTIE : PROSPECTIONS DE *COENAGRION LUNULATUM* DANS LE LIVRADOIS

1. Résultats principaux

Nos prospections ont permis de détecter *Coenagrion lunulatum* sur une **nouvelle station**, l'Étang de **Marchaud** à Saint-Bonnet-le-Bourg : 2 mâles le 20 juin 2018 et 1 (peut-être 2) mâles le 24 juin 2018 (Figure 74).

Cet étang se trouve à 3,5 kilomètres au sud-est de celui de la Fargette et il est vraisemblable qu'il s'agissait de mâles en dispersion (pas de preuve d'autochtonie). En 2019, l'étang était en assec et les prospections réalisées le 16 juin 2019 n'ont pas permis de retrouver l'espèce.

Par ailleurs, *Coenagrion lunulatum* n'a pas été observé sur l'ensemble des autres sites prospectés. Globalement, les plans d'eau étudiés ne semblaient pas correspondre aux exigences fortes de cette libellule. En particulier, la forte réduction voire l'absence de la couverture d'hydrophytes et des ceintures d'hélophytes, en relation avec la gestion piscicole intensive de la majorité des sites, est défavorable à l'espèce.

Ci-dessous, nous présentons pour chaque site visité :

- Une carte de situation (échelle au 1:17062) ;
- Une vue satellite permettant de visualiser les milieux environnants. Le parcours approximatif réalisé lors de la prospection est symbolisé par une ligne jaune. Des flèches indiquent la position et l'orientation lors de la prise des photographies illustrant le site.
- Des photographies présentant le site et/ou illustrant ses principaux atouts et inconvénients pour l'odonatofaune.
- Un commentaire général.
- La liste des espèces de libellules détectées. Les Tableaux 8 à 11 synthétisent également ces résultats.

Les conditions météorologiques lors de nos prospections sont regroupées dans le Tableau 4.

Figure 74 (page précédente) : Mâle de *Coenagrion lunulatum* en train de consommer un trichoptère dans les hélophytes bordant l'étang de Marchaud (20.vi.18).

2. Commune de Fournols

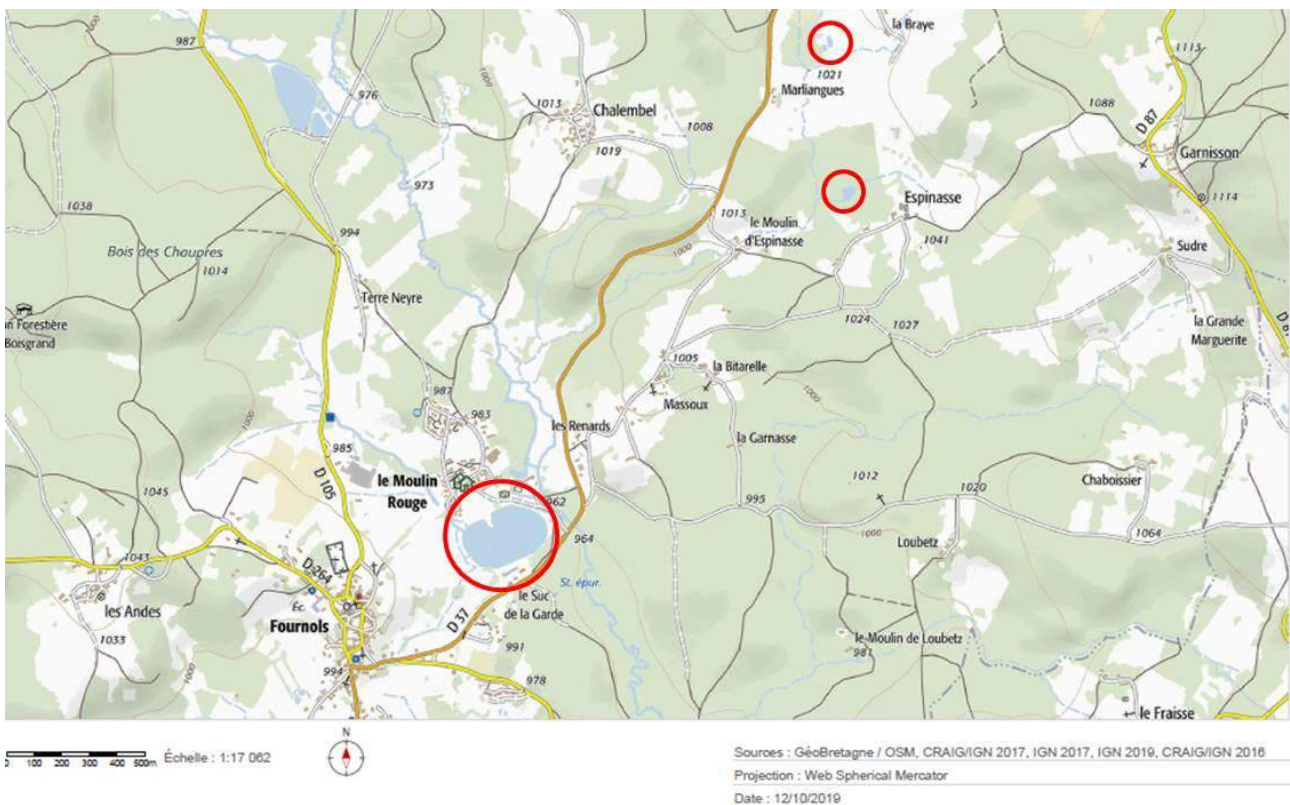


Figure 75 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Fournols, au nord du bourg. Du nord au sud : Marliangues, Espinasse, Moulin-Rouge. (Source : CRAIG).

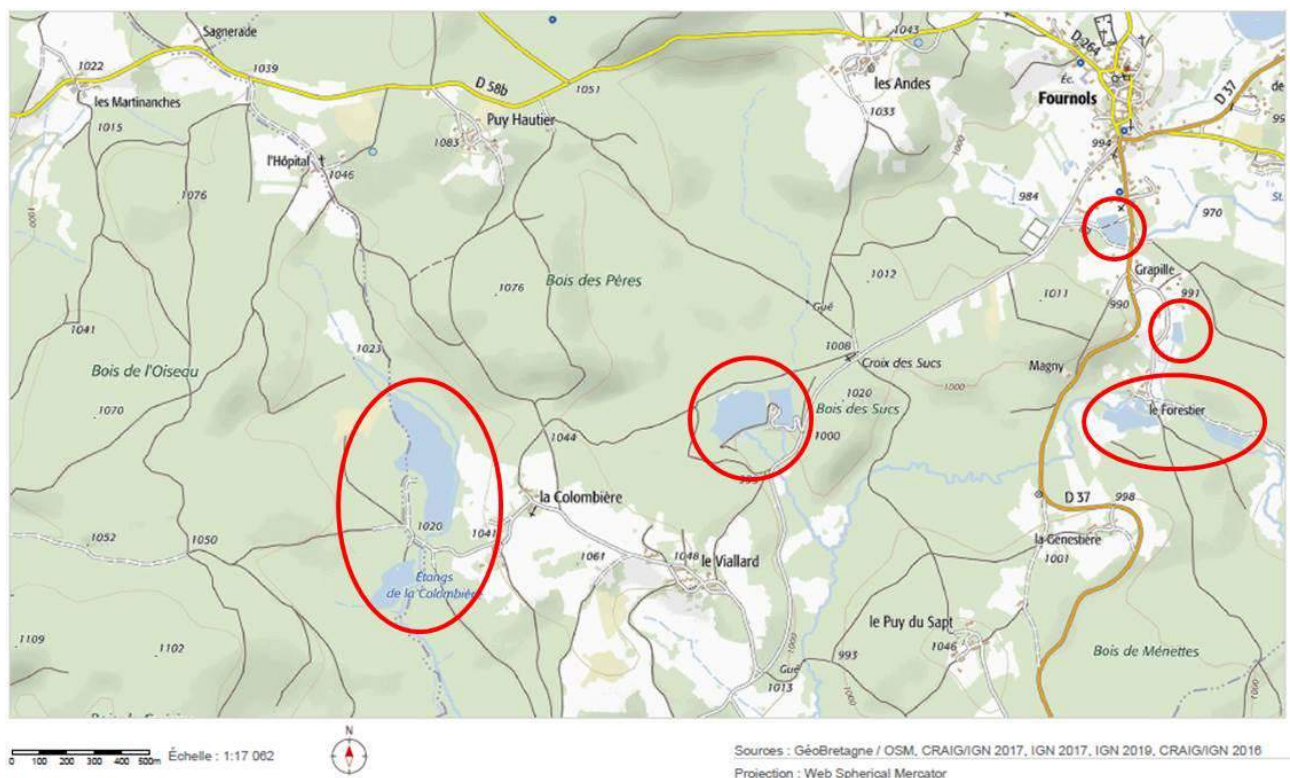


Figure 76 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Fournols, au sud du bourg. D'est en ouest : Le Forestier Sud, Le Forestier Nord, étang de Fournols, étangs du Bois des Sucs, La Colombière Nord et Sud. (Source : CRAIG).

a. Marlianges

Site clôturé à vocation piscicole comprenant trois plans d'eau (0,26 ha ; 0,04 ha et 0,02 ha). Sur base d'observations réalisées aux jumelles, le site est jugé non favorable à *C. lunulatum* : berges plutôt abruptes, absence d'hydrophytes, ceintures d'hélophytes peu développées voire absentes. Quelques ligneux sont présents le long des rives. Autour du site, se trouvent une saulaie et des secteurs de prairies humides intéressants.

Odonates observés le 25 juin 2018 (n = 2) : quelques *Pyrrhosoma nymphula* et *Platycnemis pennipes*.



Figure 77 : Marlianges. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue générale. (C) Prairie humide à Renouée bistorte. (D) Clôture. (25.vi.18).

b. Espinasse

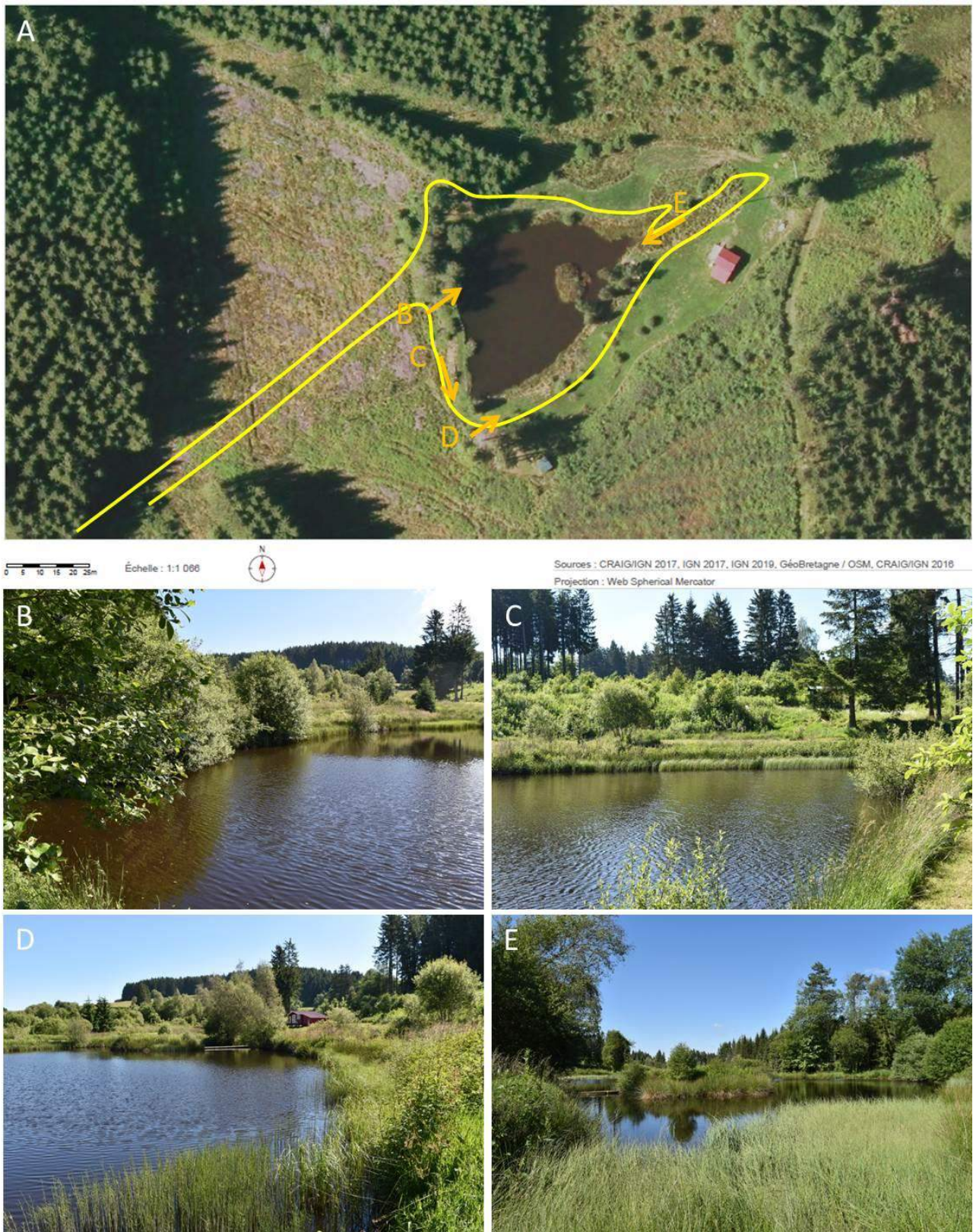


Figure 78 : Espinasse. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B-E) Vues des berges (25.vi.18).

Petit étang (0,16 ha) utilisé pour une pêche privée dans un paysage dominé par les plantations de conifères (dont une parcelle limitrophe coupée à blanc récemment). Un cabanon et un ponton sont construits sur le site. La végétation herbacée autour des berges est tondu mais une frange de

végétation est laissée le long des rives. On y trouve quelques ligneux (saules), des taches réduites de prêlaies, *Equisetum* sp., et des franges de *Carex* spp. ponctuées de joncs, *Juncus* spp. En tête du plan d'eau, une magnocariçaie à *Carex rostrata* est bien développée. Plusieurs espèces d'Anisoptères en émergeaient. Des poissons ont été notés. Le recouvrement d'hydrophyte est nul.

Odonates observés le 25 juin 2018 (n = 9) : *Calopteryx virgo* (3 mâles, au niveau d'un ru traversant la parcelle de coupe à blanc), *Coenagrion puella* (20-50), *Platycnemis pennipes* (50-100 ind. dont des immatures), *Pyrrhosoma nymphula* (5), *Ischnura elegans* (4), *Anax imperator* (1), *Libellula quadrimaculata* (2 et émergences), *Cordulia aenea* (5), *Somatochlora metallica* (1 émergent).

Espèces documentées via la collecte d'exuvies (n = 5) : *Cordulegaster boltonii*, *Gomphus pulchellus*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum cancellatum*, *Somatochlora metallica*.

c. Moulin-Rouge



Figure 79 : Moulin-Rouge. Image satellite (Source : CRAIG).

Bassin d'environ 4,6 ha à proximité immédiate de Fournols et aux rives entretenues pour la marche et la détente. Absence d'hydrophytes et de ceintures d'hélophytes.

Odonates observés le 20 juin 2018 (≥ 9 espèces) : *Calopteryx xanthostoma* (2 mâles), *Calopteryx* sp. (1 femelle), *Enallagma cyathigerum* (>50), *Ischnura elegans* (>100), *Coenagrion puella* (>10), *Pyrrhosoma nymphula* (~ 15), *Platycnemis pennipes* (>200), *Gomphus pulchellus* (1), *Cordulia aenea* (3), *Libellula quadrimaculata* (2).

d. Bois des Sucs



Figure 80 : Bois des Sucs. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Ru provenant du site. (C) Mares périphériques. (D) Etang est, en assec lors des prospections (25.vi.18).



Figure 81 : Bois des Suc. (E) Etang ouest. (F) L'un des petits plans d'eau peu profonds périphériques. Une tache de Potentille palustre (*Comarum palustre*) est visible. (G) Jonçaille (*Juncus* spp.). (H) Petite roselière bordant l'étang est. (I) Bassin en parpins dans lequel poussent quelques rubaniers, *Sparganium* sp. (25.vi.18).

Ce site entouré de forêts (plantations de conifères) est composé de deux étangs (est : 0,8 ha ; ouest : 2,34 ha). Celui à l'est était en assec lors de nos prospections (25 juin 2018). Des petits bassins périphériques, souvent de faibles profondeurs, sont creusés ou construits un peu tout autour des étangs. La visite du site a été réalisée avec le propriétaire qui possède un intérêt certain pour la nature et qui était fort intéressé par l'objet de cette étude. Les étangs sont utilisés pour la pêche mais l'activité est de moins en moins régulière (e.g. bassins d'élevages délaissés). La végétation des berges est composée principalement de jonçailles plus ou moins étendues, avec quelques secteurs à carex. Couverture d'hydrophytes nulle.

Les 14 espèces d'odonates observées furent :

Calopteryx virgo (10 mâles, 4 femelles), *Lestes sponsa* (≥ 3), *Enallagma cyathigerum* (1),
129

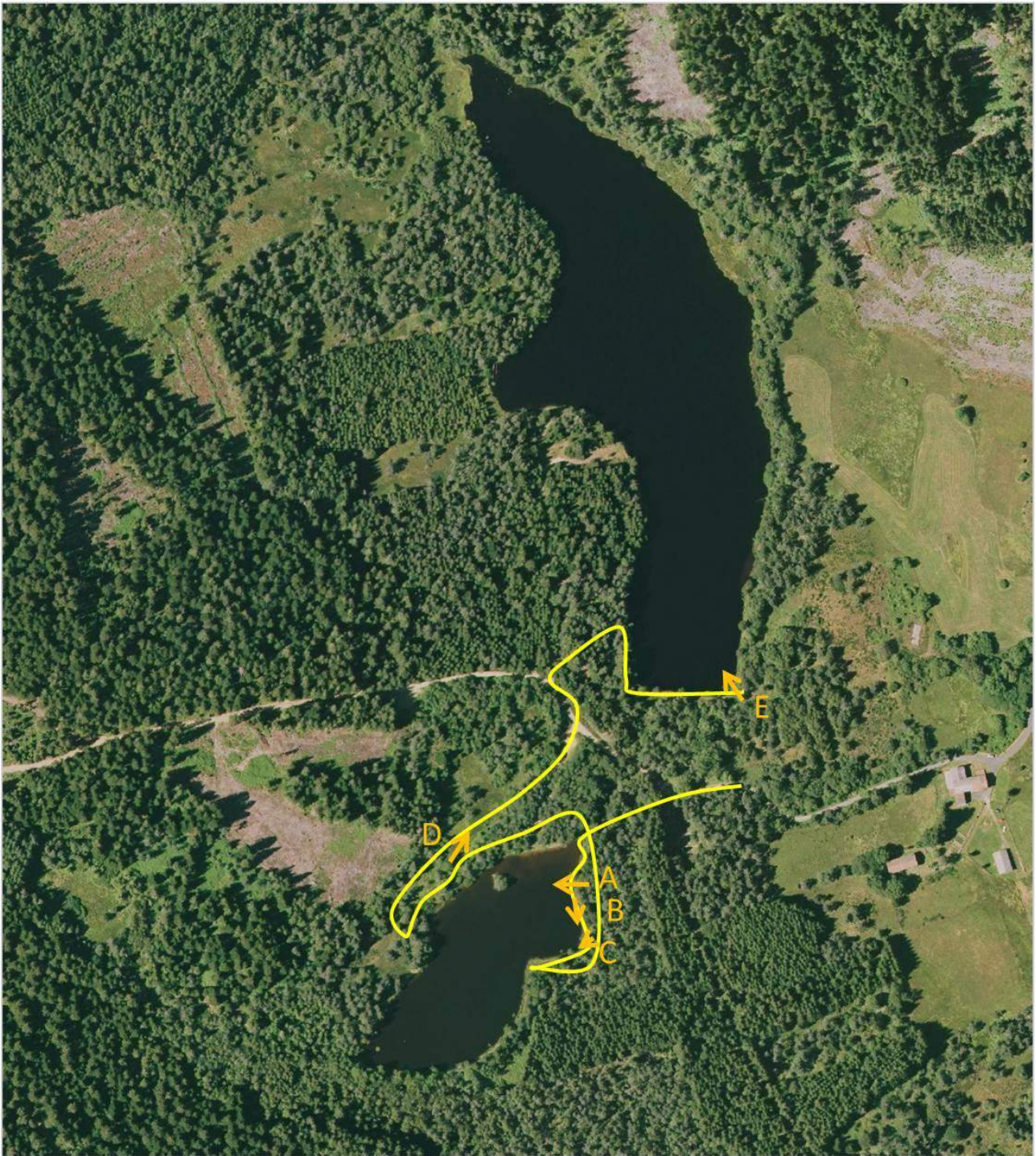
Coenagrion puella (>200), *Pyrrhosoma nymphula* (>30), *Platycnemis pennipes* (>200), *Anax imperator* (2), *Gomphus pulchellus* (1 mâle), *Cordulegaster boltonii* (1), *Cordulia aenea* (>15; exuvies), *Somatochlora metallica* (1), *Libellula quadrimaculata* (>30, émergences, exuvies), *Libellula depressa* (4), *Orthetrum cancellatum* (≥ 5 mâles ; 1 femelle à la ponte, 2 émergences, exuvies).

e. *La Colombière (Nord et Sud)*

Ce site est composé de deux étangs (nord : 5,7 ha ; sud : 1,54 ha) explicitement dédiés à la pêche. Il avait déjà été prospecté par Jean-Philippe Barbarin le 20 juin 2014 (Barbarin & Lefebvre, 2016). Neuf espèces de libellules avaient été notées (*Platycnemis pennipes*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Anax imperator*, *Gomphus pulchellus*, *Cordulia aenea*, *Libellula quadrimaculata*). Par ailleurs, le rapport indiquait que des faciès tourbeux étaient présents au niveau de l'étang nord (mais très limités en surface) et qu'au niveau de l'étang sud, des zones à *Carex* et des pentes douces semblaient fournir des secteurs potentiels à *Coenagrion lunulatum*.

Nos prospections du 25 juin confirment les observations de Barbarin & Lefebvre (2016) et ont permis l'observation de 12 espèces :

- *Anax imperator* (sud: 2 mâles territoriaux)
- *Coenagrion puella* (sud : > 20 dont tandems, exuvies ; nord : > 10 dont tandems et pontes)
- *Cordulia aenea* (sud : ≥ 7 ; nord : ≥ 2)
- *Enallagma cyathigerum* (nord et sud : 5-10)
- *Ischnura elegans* (nord et sud: >5)
- *Lestes sponsa* (sud: 1 femelle)
- *Libellula depressa* (sud : 3, 1 exuvie)
- *Libellula quadrimaculata* (sud: > 5 dont tandems et ponte, exuvies)
- *Orthetrum cancellatum* (sud : ≥ 5 , exuvies)
- *Platycnemis pennipes* (nord et sud : 20-30 dont tandems et pontes)
- *Pyrrhosoma nymphula* (sud : ≥ 20 dont tandems ; nord : ≥ 10 dont tandems et pontes)
- *Somatochlora metallica* (sud : 1 mâle territorial)



0 20 40 60 80 100m

Échelle : 1:4 265



Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 82 : Image satellite des étangs Nord et Sud de la Colombière (Fournols). (Source : CRAIG).



Figure 83 : Etangs de La Colombière. (A-C) Vue de l'étang Sud, de ses berges et d'une petite tache de *Carex rostrata* se développant dans des eaux peu profondes. (D) Prairie humide entre les deux étangs. (E) Etang Nord. (25.vi.18).

f. Fournols – Etangs du bourg



Figure 84 : Etangs de Fournols. Au cours de nos prospections, nous sommes passés plusieurs fois devant ces bassins mais sans nous y arrêter. La présence régulière de plusieurs pêcheurs, la berge est non végétalisée (muret) et l'absence d'hydrophytes rendent le site non favorable à *Coenagrion lunulatum*.

g. Le Forestier (Nord et Sud)



Figure 85 : Le Forestier (Nord). Il s'agit d'un étang clôturé dédié à une pêche privée. Nous n'avons pas pu le prospector mais le site ne semble pas favorable à *Coenagrion lunulatum* (observation aux jumelles, 20.vi.18).



Figure 86 : Le Forestier (Sud). Il s'agit de deux étangs clôturés et dédiés à une pêche privée. Nous n'avons pas pu les prospecter mais les sites ne semblent pas favorables à *Coenagrion lunulatum* (absence d'hydrophytes, faible ensoleillement en raison des boisements environnants) (observation aux jumelles, 20.vi.18).

3. [Commune de Chambon-sur-Dolore](#)

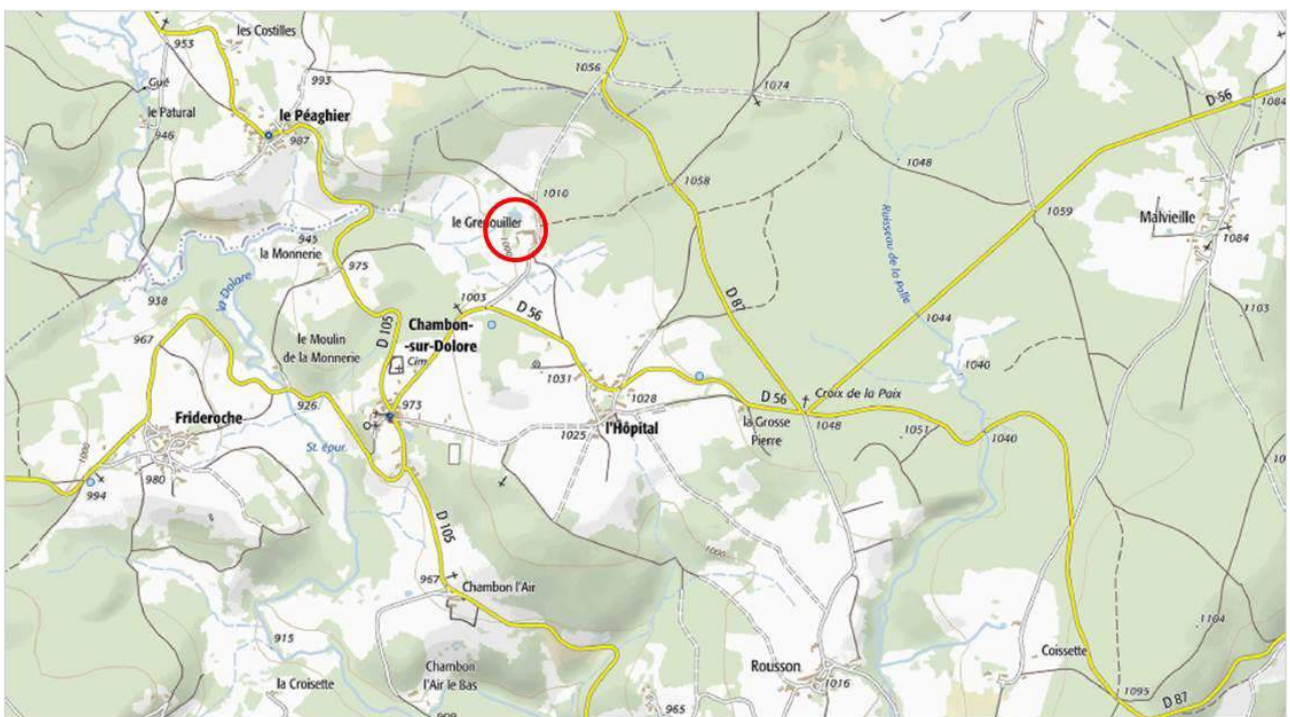


Figure 87 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Chambon-sur-Dolore, au nord du bourg. Le Grenouiller. (Source : CRAIG).

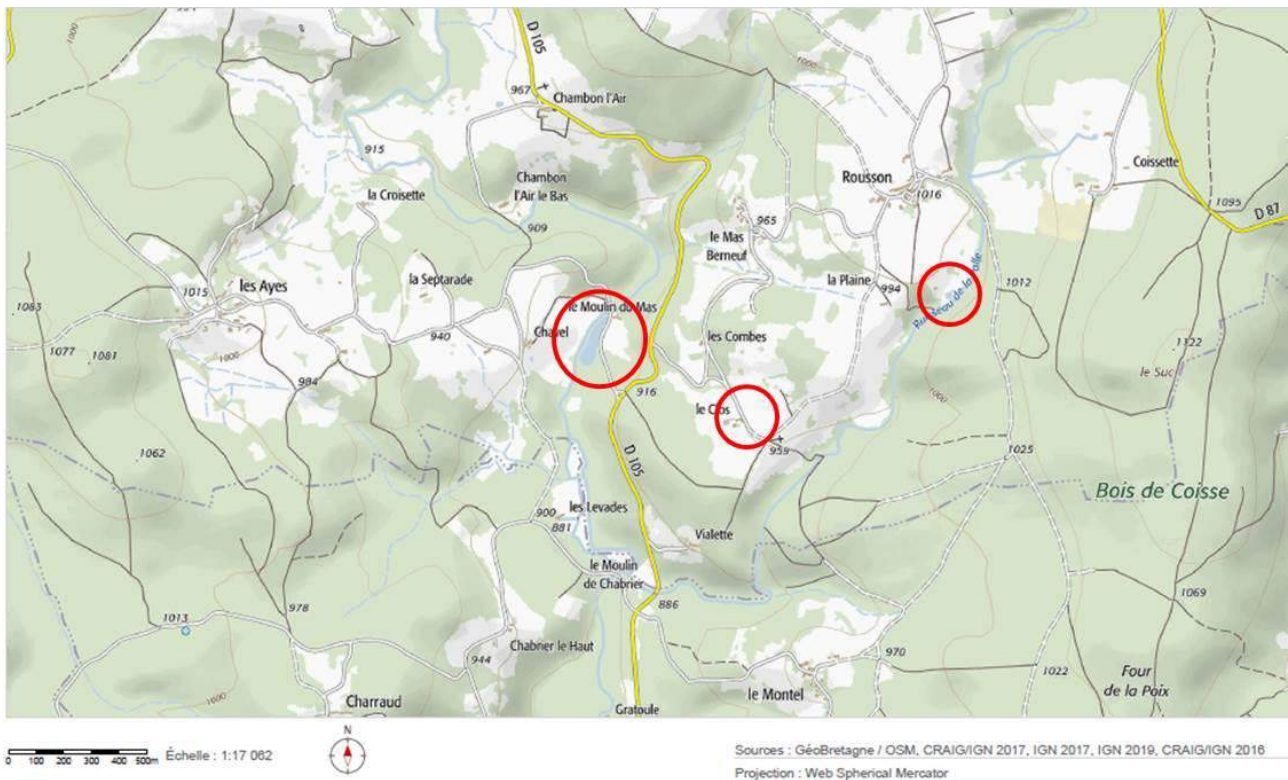


Figure 88 : Localisation des sites prospectés ou discutés sur la commune de Chambon-sur-Dolore, au sud du bourg. D'ouest en est : Le Moulin du Mas, Le Clos, La Plaine. (Source : CRAIG).

a. Le Grenouiller

Cet étang privé d'environ 0,3 ha est situé au sein d'une parcelle pâturée par des chevaux. Les rives sont en pente plutôt douce et sont bordées ici et là de Glycérie (*Glyceria fluitans*), de scirpes (*Eleocharis palustris*), de carex et de joncs. La couverture d'hydrophytes est nulle.

Le 25 juin 2019, nous y avons observé 9 espèces de libellules :

- *Lestes sponsa* (1 femelle immature)
- *Enallagma cyathigerum* (30-50)
- *Coenagrion puella* (≥ 10)
- *Pyrrhosoma nymphula* (10-20)
- *Platycnemis pennipes* (10-20)
- *Anax imperator* (2 mâles)
- *Cordulia aenea* (1 mâle)
- *Libellula quadrimaculata* (≥ 10 individus)
- *Libellula depressa* (1 mâle)



Figure 89 : Le Grenouiller. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue générale. (C) Vue de l'étang et d'une tache de glycéries (*Glyceria fluitans*). (D) Bordure de glycéries, de carex et scirpes (*Eleocharis palustris*). (E) Le bassin est situé au sein d'une pâture à chevaux, à l'arrière d'une ferme (25.vi.18).

b. Le Moulin du Mas



0 5 10 15 20 25m

Échelle : 1:1 066



Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 90 : Le Moulin du Mas. Image satellite. (Source : CRAIG).

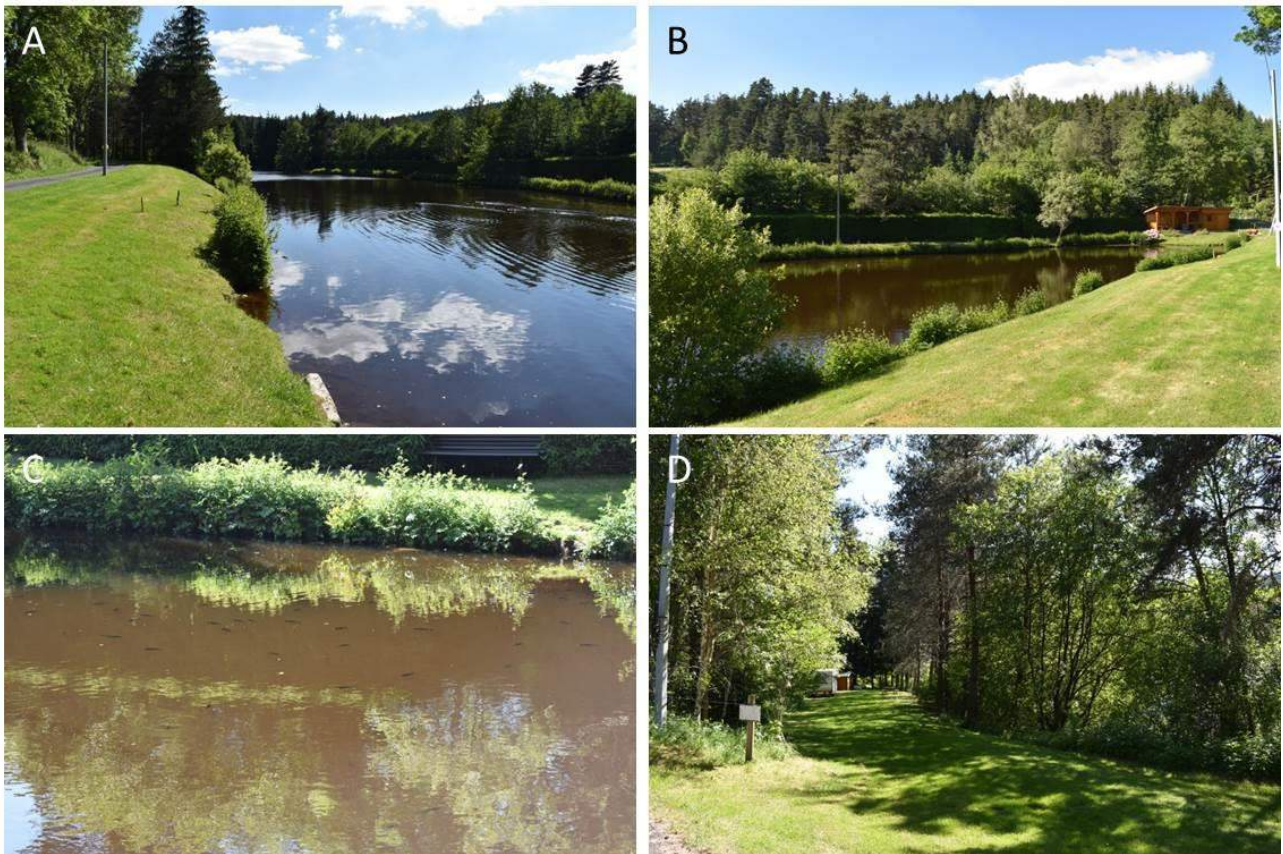


Figure 91 : Le Moulin du Mas. (A) Image satellite (*Source : CRAIG*). (A-B) Vues des berges de l'étang. (C) Nombreux poissons. (D) Zone privée avec caravane (25.vi.18).

Il s'agit d'un bassin « très propre » (berges tondues, rives avec peu de végétation). Seule une petite tache ornementale de nénuphars était présente. Une habitation, un cabanon et des bancs sont présents en périphérie du plan d'eau. Une partie du site sert d'emplacement de camping privé. Beaucoup de poissons étaient visibles, dont de grosses carpes.

Le 25 juin 2019, seules trois espèces de libellules ont été notées, avec des effectifs faibles : *Ischnura elegans* (1), *Enallagma cyathigerum* (~5) et *Platycnemis pennipes* (> 20 tandems à la ponte).

c. Le Clos et La Plaine

Ces deux sites, dont la prospection était prévue au début de l'étude, n'ont pas été visités en raison de difficultés d'accès le 25 juin 2019 et faute de temps ensuite.



Figure 92 : Le Clos. Image satellite (Source : CRAIG).



Figure 93 : La Plaine. Image satellite (Source : CRAIG).

4. Commune de Saint-Germain-l'Herm

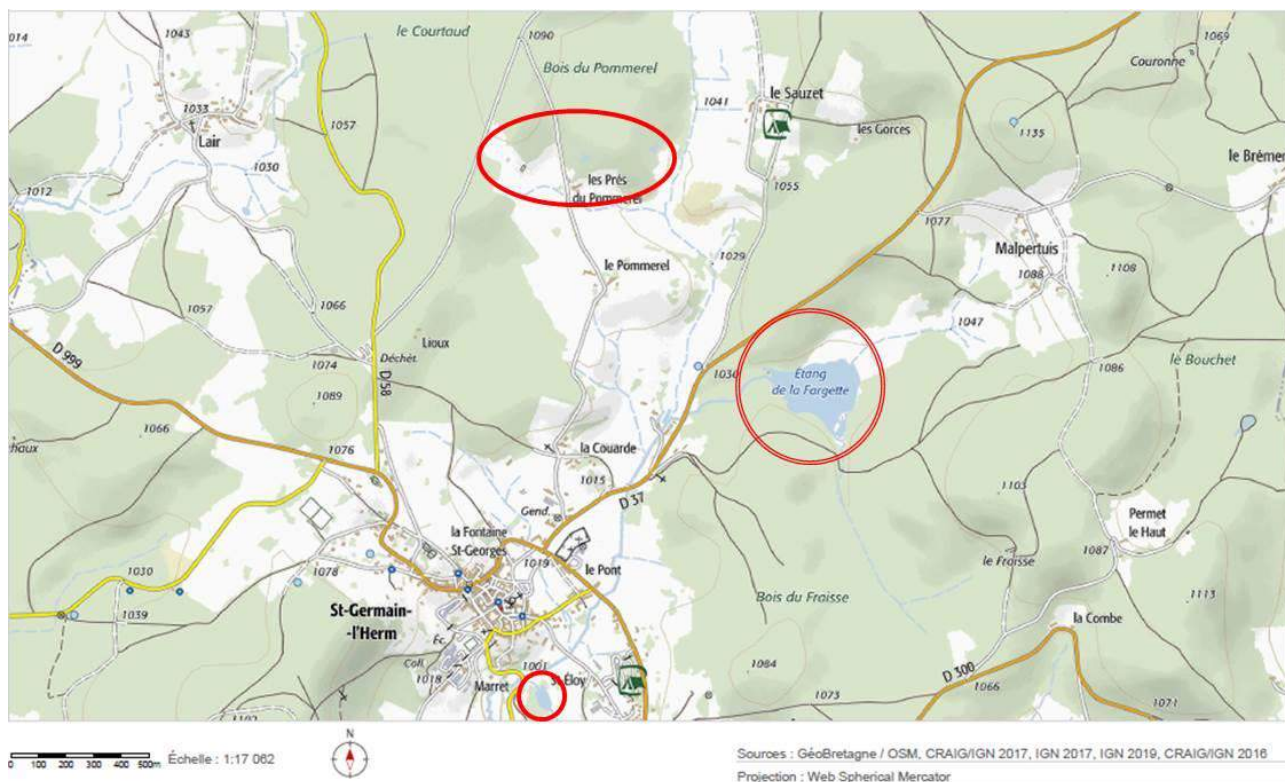


Figure 94 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Saint-Germain-l'Herm. Du nord au sud : Les Prés du Pommerel, l'Étang de la Fargette (site suivi), l'étang du bourg. (Source : CRAIG).

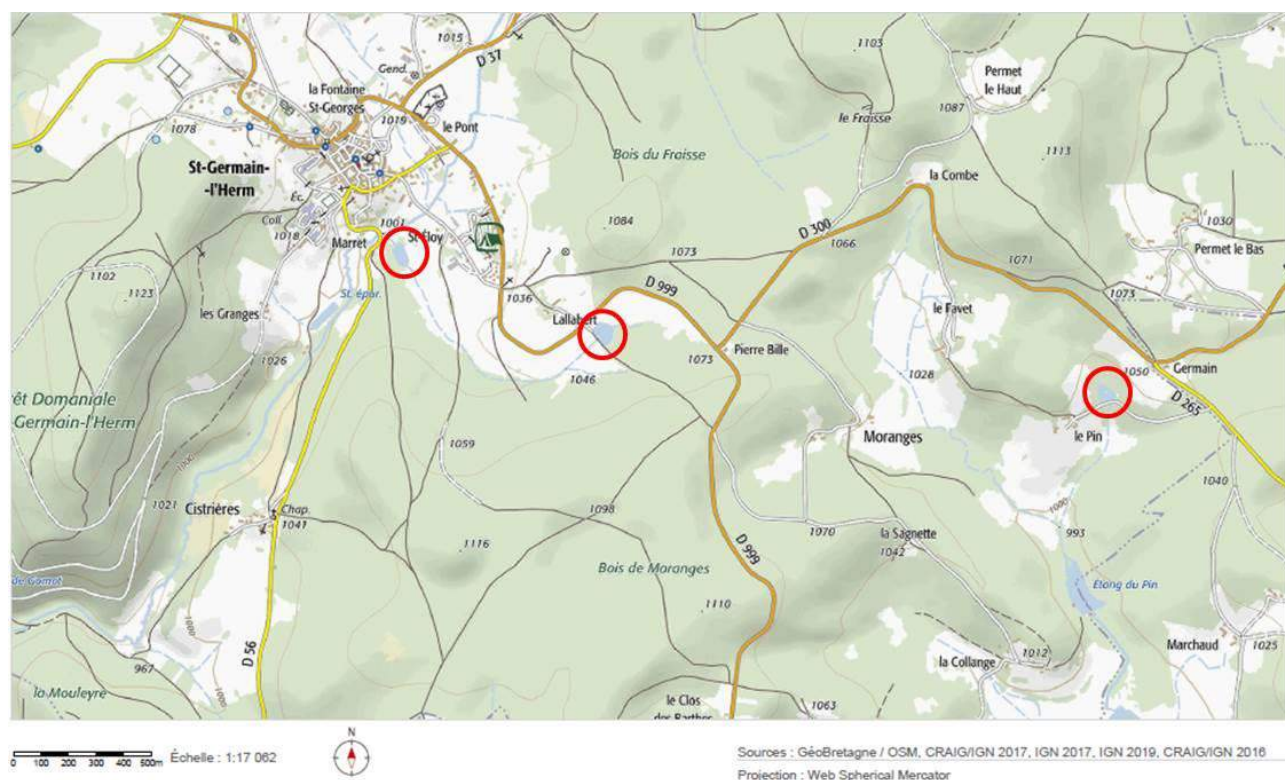


Figure 95 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Saint-Germain-l'Herm. D'ouest en est : l'étang du bourg, Lallabert, Le Pin. (Source : CRAIG).

a. Les Prés du Pommerel

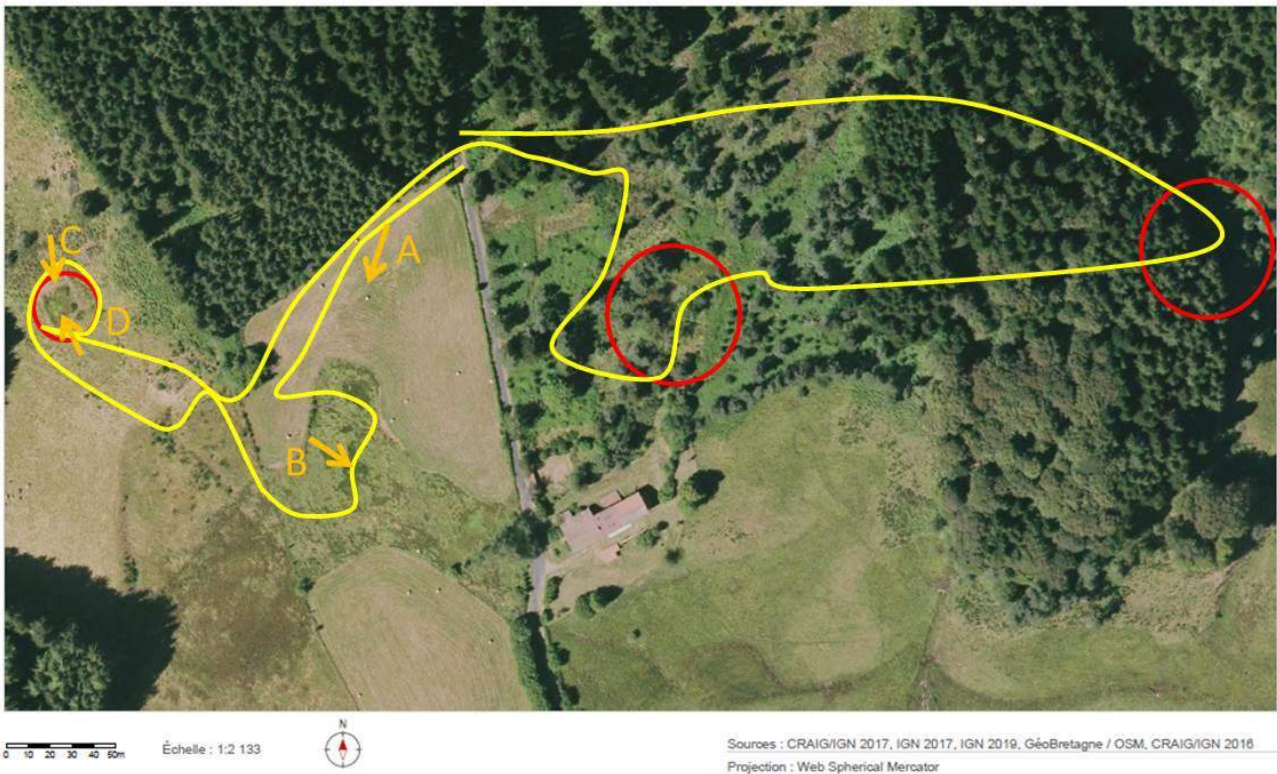


Figure 96 : Carte et vue satellite des Prés du Pommerel. (Source : CRAIG).



Figure 97 : Les Prés du Pommerel. (A-B) Jolie prairie fleurie, présentant un gradient marqué d'humidité, avec notamment un fond humide à Renouée bistorte. (C-D) Petite mare clôturée, complètement envahie par les hélophytes (*Carex* spp. dont *Carex rostrata*, *Juncus* spp., *Comarum palustre*) et avec quelques saules (18.vi.18).

Ce site semblait composé de trois petits bassins. Il a été visité en raison de sa proximité vis-à-vis de l'Etang de la Fargette (environ 1 kilomètre à l'ouest). Lors de nos prospections (18 juin 2018) nous n'avons pu localiser qu'un seul plan d'eau (le plus petit, à l'ouest), les deux autres ne semblent plus exister. Aucun odonate n'a été noté.

b. *Etang du bourg*



Figure 98 : Etang et ruisseau de Saint-Germain-l'Herm. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue du ruisseau (20.vi.18).

Etang d'environ 0,3 ha, à proximité immédiate du bourg, dédié à la pêche et à la détente. Seuls quelques individus de deux espèces de libellules ont été notés (*Calopteryx virgo*, *Platycnemis pennipes*). L'absence d'hydrophytes et de ceintures notables d'hélophytes le rendent peu attractif en dépit de sa proximité vis-à-vis de l'Etang de la Fargette (<1,4 km).

c. Lallabert

Cet étang d'environ 0,4 ha est explicitement dédié à un club de pêche, et aménagé en conséquence (petit pont ou planches installés au-dessus des zones les plus marécageuses afin de permettre d'effectuer le tour de l'étang, emplacements pour les voitures...). Il avait été visité le 10 juin 2015 par Jean-Philippe Barbarin (Barbarin & Lefebvre, 2016). Il avait précisé que ce site, proche de La Fargette, était très artificialisé et que la structuration de la végétation en place ne semblait pas favorable à *Coenagrion lunulatum*. Seules 4 espèces avaient été notées (*Cordulia aenea*, *Platycnemis pennipes*, *Ischnura elegans*, *Enallagma cyathigerum*).

Nous ne l'avons prospecté qu'en raison de sa proximité vis-à-vis de La Fargette et afin de documenter le cortège de libellules présent sur un site clairement destiné à la pêche (identification des espèces tolérant la présence de poissons).

Ainsi, le 20 juin 2018, nous avons noté 6 espèces :

- *Ischnura elegans* (≥ 50)
- *Enallagma cyathigerum* (50-100)
- *Coenagrion puella* (≥ 50)
- *Pyrrhosoma nymphula* (50-100)
- *Platycnemis pennipes* (50-100 individus)
- *Cordulia aenea* (7)



Figure 99 : Vue satellite de l'étang de Lallabert. (Source : CRAIG).



Figure 100 : Etang de Lallabert. (20.vi.18).

d. Le Pin

Il s'agit d'un petit étang de pêche d'un peu moins de 0,3 ha, entouré de boisements. Des ligneux de différentes essences sont présents le long des berges (Bouleaux, Saules, Pins, Epicéas...). Les rives sont relativement douces et la profondeur du bassin semble faible. Des potamots sont présents, mais leur expression est limitée : on ne les trouve qu'au milieu des hélophytes de la rive nord. Des taches de prêles (*Equisetum* sp.), de glycéries (*Glyceria* sp.) et de quelques Carex sont présentes, ainsi qu'une petite roselière. Les berges sud et est sont renforcées par des pierres (utilisées par *Gomphus pulchellus* pour ses émergences). Situé à 2,6 km au sud-est de l'étang de la Fargette et à environ 360 mètres au nord de l'étang de Marchaud, il possède une position intermédiaire entre les deux stations 2018 de *Coenagrion lunulatum*, ce qui lui confère un rôle potentiel de facilitation à la dispersion pour l'espèce (site « relais »). Toutefois, la charge en poissons semble actuellement trop élevée pour permettre une bonne représentation des habitats favorables.

Lors de nos prospections (20 juin 2018), nous avons noté la présence de dix espèces de libellules :

- *Calopteryx xanthostoma* (1 mâle)
- *Ischnura elegans* (>40)
- *Enallagma cyathigerum* (>50 individus)
- *Coenagrion puella* (>100)
- *Pyrrhosoma nymphula* (>40)
- *Platycnemis pennipes* (≥10 individus)
- *Anax imperator* (uniquement grâce à la collecte d'une exuvie)
- *Gomphus pulchellus* (1 émergence ratée, exuvies)
- *Cordulia aenea* (3)
- *Libellula quadrimaculata* (2 ind., 1 cadavre dans une toile d'araignée, 1 émergence en cours, exuvies)



0 5 10 15 20 25m Échelle : 1:1 088



Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 101 : Le Pin. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Rive de l'angle sud-est ombragée par des ligneux. (C) Vue générale de l'étang. Une petite roselière est présente au fond, rive nord. (D) Des potamots (*Potamogeton* sp.) couvrent une toute petite surface. Sur cette photo, un tandem de *Pyrrhosoma nymphula* est à la ponte sur les potamots. (E) Plusieurs poissons ont été aperçus dont de grosses carpes. (20.vi.18).

5. Commune de Saint-Bonnet-le-Bourg

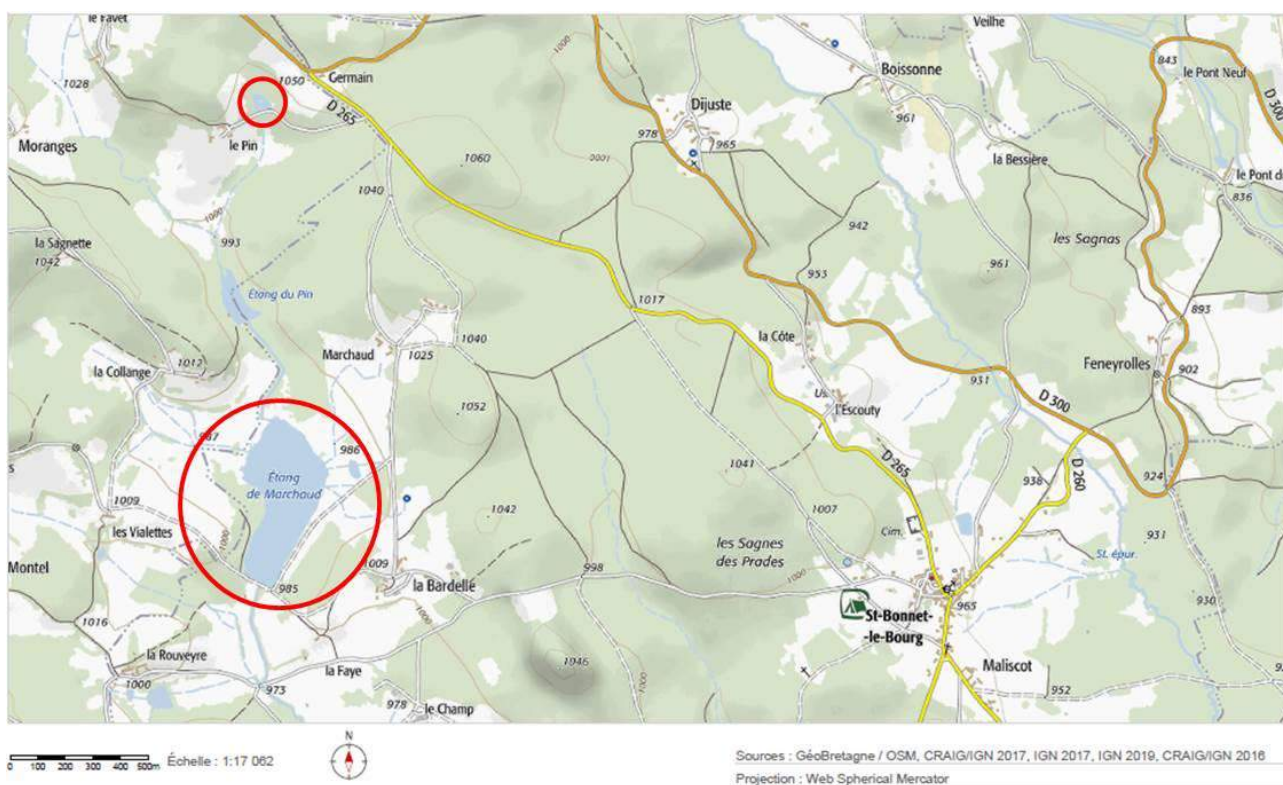


Figure 102 : Localisation de l'Etang de Marchaud, sur la commune de Saint-Bonnet-le-Bourg. Du nord au sud : Le Pin (Saint-Germain-l'Herm), Etang de Marchaud. (Source : CRAIG).

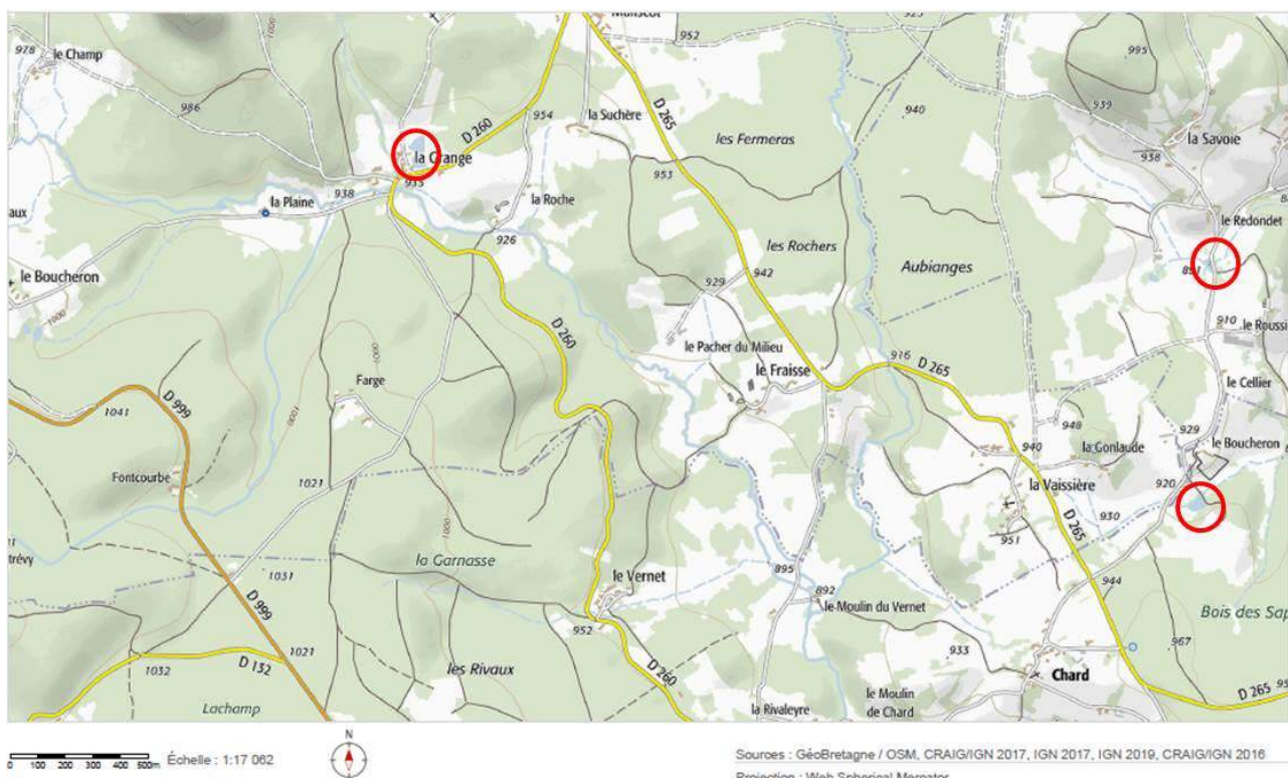


Figure 103 : Localisation des sites prospectés. D'ouest en est et du nord au sud : La Grange (Saint-Bonnet-le-Bourg), Le Redondet (Novacelles), Le Boucheron (Doranges). (Source : CRAIG).

a. Etang de Marchaud

L'étang de Marchaud couvre près de 11 hectares. Il est entouré de prairies montagnardes fleuries, de mégaphorbiaies variées, de pâtures (ovins) et de plantations de conifères. C'est un étang de pêche et de détente (pêcheurs et promeneurs rencontrés lors de nos visites). Un second bassin, beaucoup plus petit, est présent à l'ouest mais seules des libellules pionnières (p. ex. *L. depressa*) y ont été notées.

En tête de l'étang, une zone marécageuse se développe et présente différents habitats (magnocariçaie, typhaie, saulaie, prairies à Renouée bistorte, milieux tourbeux et paratourbeux). On y trouve de belles taches de plusieurs carex (*Carex* spp.), de Trèfles d'eau (*Menyanthes trifoliata*), de Comarets (*Comarum palustre*), de prêles (*Equisetum* sp.), de joncs (*Juncus* spp.), de Scirpes des marais (*Eleocharis palustris*), etc.

La profondeur du bassin est faible et la pente des berges est particulièrement douce, notamment autour de la moitié septentrionale de l'étang. Des gazons amphibies à Scirpe épingle, *Eleocharis acicularis*, couvrent une large superficie. Des joncs, des Iris (*Iris pseudacorus*) et des saules se distribuent le long des rives. Une ceinture de Glycérie (*Glyceria fluitans*) est relativement bien développée le long de la rive est. Des hydrophytes sont présentes (*Ranunculus* sp., *Potamogeton* sp.) mais ne forment pas de grandes couvertures.

Le site avait été visité le 11 juin 2014 et le 05 juin 2015 par Jean-Philippe Barbarin (Barbarin & Lefebvre, 2016). Son commentaire était : « ce site est géographiquement proche de l'étang de la Fargette [3,5 km au sud-est]. Suite à des prospections partielles en 2014, nous nous sommes concentrés en 2015 sur la zone la plus tourbeuse de l'étang, sur le secteur nord. La gestion de cet étang est néanmoins très orientée pour la pêche. La végétation en avancée sur l'eau (prêlaies) n'est pas vraiment développée, limitée à quelques endroits. Les milieux présents ne semblent pas réellement favorables à l'Agriion à lunules ».

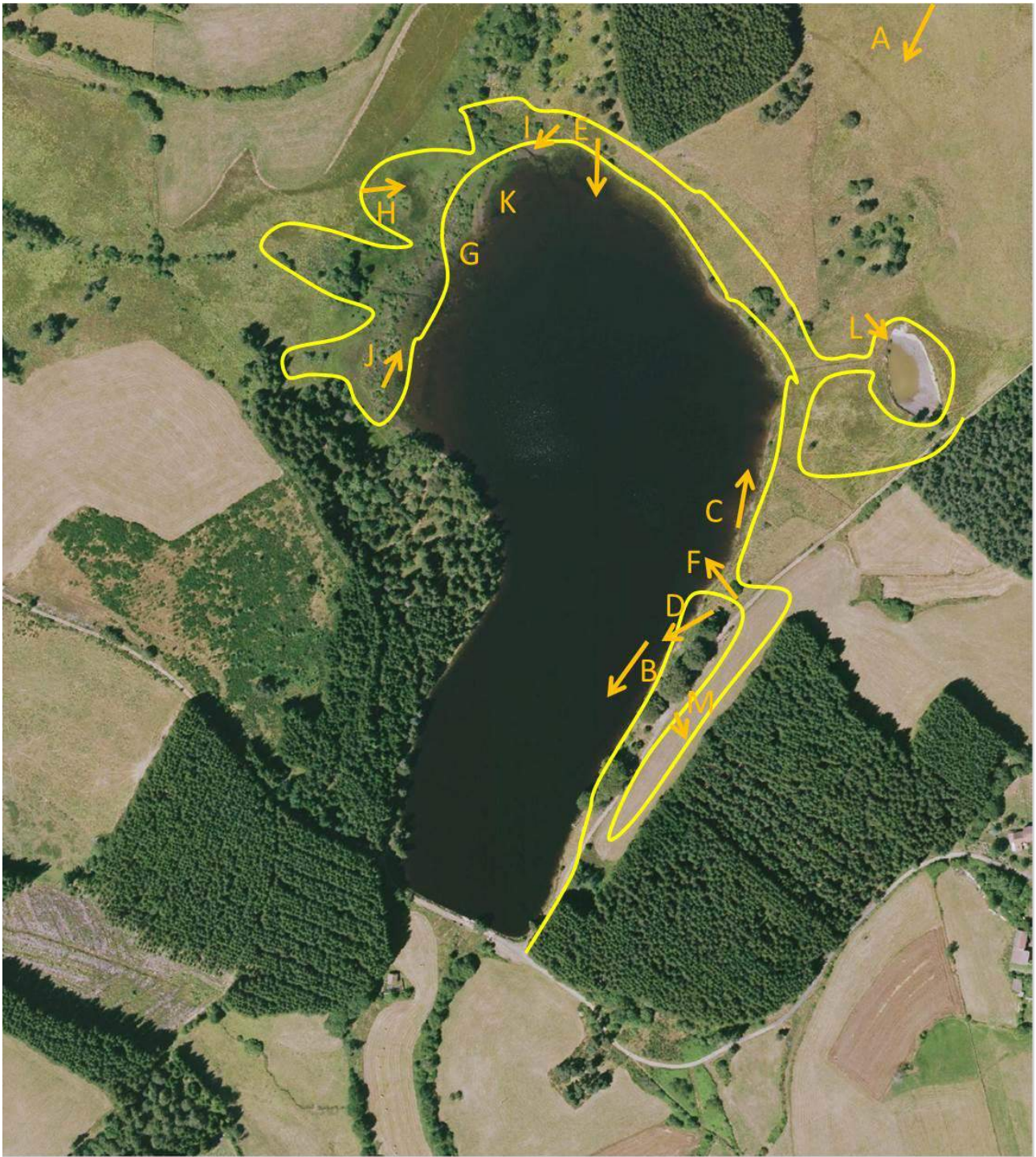
De fait, cet étang ne faisait pas initialement partie des sites à (re)prospector dans le cadre de cette étude mais, le 20 juin 2018, étant à proximité en fin de journée, une halte opportuniste a été réalisée (18h-20h). Celle-ci a permis la détection de deux mâles de *Coenagrion lunulatum* (Lat./Long. : 727,282/6462,71). Toute une journée de recherches a donc ensuite été consacrée à ce site (24 juin 2018 ; 11h45-19h) avec, à nouveau la mise en évidence de l'espèce mais toujours représentée par seulement 1 mâle (peut-être deux) dans le même secteur (727,278/6462,696). Le 16 juin 2019, le site a été prospecté à nouveau. Cependant, l'étang était en assec et *C. lunulatum* n'a pas été retrouvé.

Il est possible que les individus observés étaient en dispersion et originaires de la Fargette (pas de preuve d'autochtonie). Toutefois, cela démontre que ce site est susceptible d'être colonisé par l'espèce. Les habitats favorables sont présents mais, comme l'expliquait Barbarin & Lefebvre (2016) sont actuellement peu exprimés, probablement en raison d'une charge trop élevée ou écologiquement déséquilibrée en poissons.

Au total, nous avons observé 19 espèces de libellules (Tableau 20). Dix autres espèces ont été reportées de ce site (Francez & Durand, 1993 ; Barbarin & Lefebvre, 2016 ; « Faune-Auvergne »).

Tableau 20 : Odonates observés à l'étang de Marchaud lors de nos prospections, par Barbarin & Lefebvre (2016) [B&L16], Francez & Durand (1993) et par les observateurs du site web « Faune-Auvergne » [FA]. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle. Les données de Faune-Auvergne, consultées le 15 novembre 2019, proviennent majoritairement de Clément Cherie (avec 1 ou 2 données de Thibault Brugerolle et Jean-Pierre Dulphy).

	Espèce	20/06/18	24/06/18	16/06/19	B&L16	F&D93	FA
1	<i>Cal. splendens</i>				X		
2	<i>Cal. xanthostoma</i>		1m			X	
3	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>					X	
4	<i>Lestes sponsa</i>	Nombreuses émergences, 3f et 1m matures	>>700 ; très nombreuses émergences			X	X
5	<i>Lestes dryas</i>		5m, 5 f, émerg. surtout secteur nord				X
6	<i>Chalc. viridis</i>						X
7	<i>Sympetma fusca</i>		7, T				
8	<i>Ischnura elegans</i>	1m		1m	X		X
9	<i>En. cyathigerum</i>	>50 ind.	>100 ind.		X	X	X
10	<i>Coenagrion puella</i>	1m	>50 surtout dans roselière	4	X	X	X
11	<i>Coe. hastulatum</i>		1m				
12	<i>Coenagrion lunulatum</i>	2m	1 ou 2m				
13	<i>Ery. najas</i>		5 m, 1f		X	X	X
14	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		5	2	X	X	X
15	<i>Platycnemis pennipes</i>			1f	X		X
16	<i>Aeshna cyanea</i>						X
17	<i>Aeshna grandis</i>					X	X
18	<i>Aeshna juncea</i>					X	3 le 09.x.12
19	<i>Anax imperator</i>	1m	3, P			X	X
20	<i>Gomphus pulchellus</i>				X	X	X
21	<i>Cordulia aenea</i>	4 ind.	15, T, P		X	X	
22	<i>Somato. metallica</i>					X	X
23	<i>Libellula quadrimaculata</i>	4 ind.	>10 ind., T, P	2 ind.	X	X	X
24	<i>Libellula depressa</i>	1m	1m	1m	X		X
25	<i>Orthetrum cancellatum</i>	4, T	4, 3 émerg, T, 2 exuvies	1 maturation		X	X
26	<i>Sympetrum danae</i>					X	1 le 18.viii.12, 1 le 24.vii.14
27	<i>Symp. flaveolum</i>		2m			X	3 le 18.viii.12
28	<i>Symp.fonscolombii</i>	1m, 1f, T	1m				X
29	<i>Sympetrum vulgatum</i>						~25 le 09.x.12 (dont tandems), 5 le 30.vii.14
TOTAL (nb. d'espèces)		11	17	7	11	17	22



0 20 40 60 80 100m

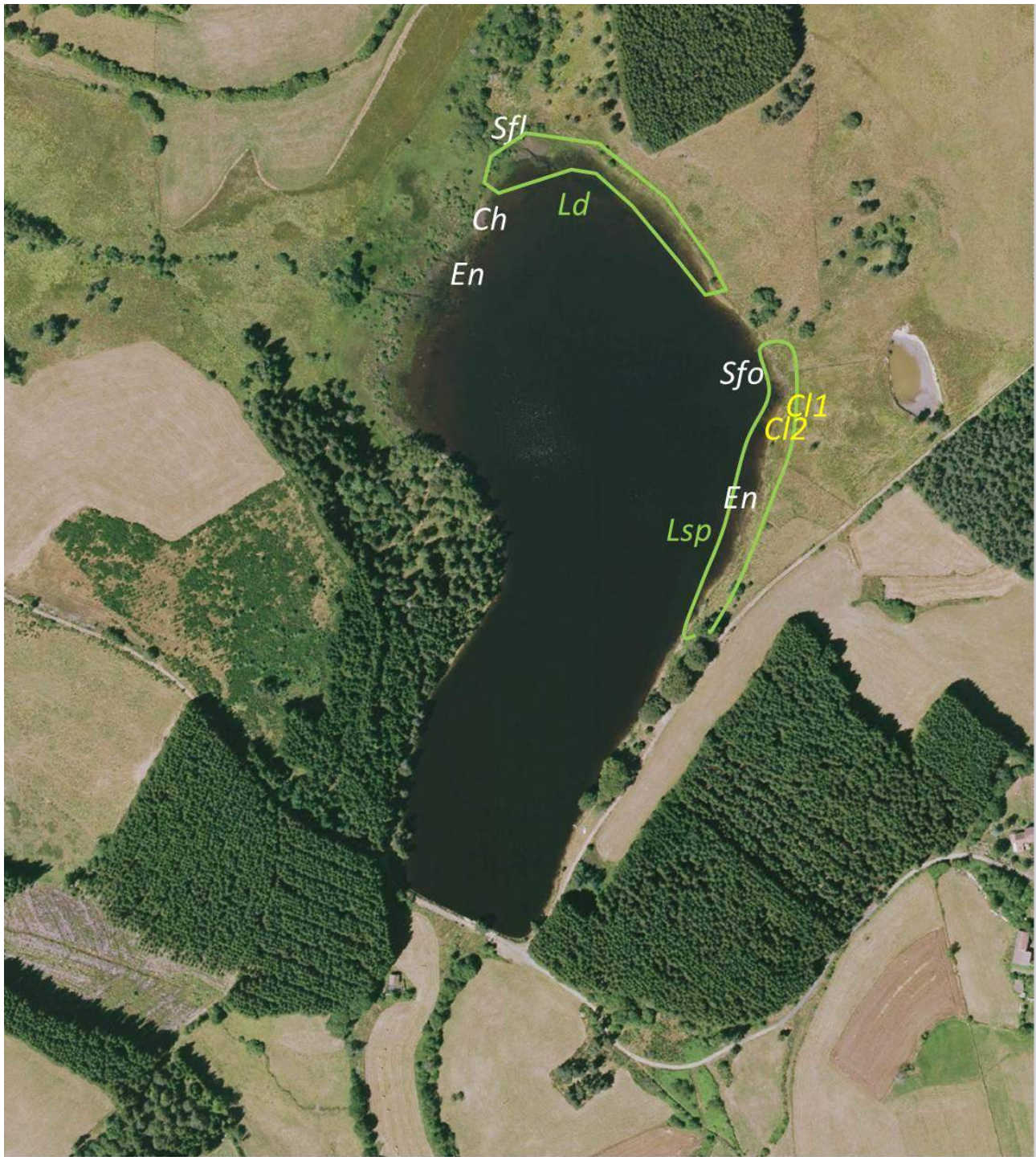
Échelle : 1:4 265



Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 104 : Vue satellite de l'étang de Marchaud. (Source : CRAIG).



0 20 40 60 80 100m

Échelle : 1:4 265



Sources : CRAIG/IGN 2017, IGN 2017, IGN 2019, GéoBretagne / OSM, CRAIG/IGN 2016

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 105 : Vue satellite de l'étang de Marchaud et points où ont été effectuées les observations odonatologiques les plus intéressantes. *Ch* = *Coenagrion hastulatum*, *Cl* = *Coenagrion lunulatum*, *En* = *Erythromma najas*, *Ld* = secteur avec de nombreuses émergences de *Lestes dryas*, *Lsp* = secteur avec de nombreuses émergences de *Lestes sponsa*, *Sfl* = *Sympetrum flaveolum*, *Sfo* = *Sympetrum fonscolombii*. (Source : CRAIG).

A-2018



B-2019



Figure 106 : Etang de Marchaud. Vue générale de l'étang, des milieux environnants et du barrage le 20 juin 2018 (A) et le 16 juin 2019 (B). La seconde année, l'étang était en assec.



Figure 107 : Etang de Marchaud. Photographies réalisées plus ou moins selon un même angle de vue afin de contraster la situation sous eau (2018) et en assec (2019).



Figure 108 : Etang de Marchaud. (F) Ceinture de *Glyceria fluitans*. (G) Potamogets. (H) Prêlaie avec comarets et trêfles d'eau. (I) Secteur nord à glycéries et carex. (J) Typhaie en bordure de saulaie. (K) En 2019, seuls des trous d'eau résiduels étaient présents. (L) Petit bassin situé à l'ouest de l'étang. (M) Prairie montagnarde fleurie.

b. La Grange



Figure 109 : La Grange. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B, C) Vue générale du site. (25.vi.18).

Il s'agit de deux étangs privés d'une douzaine à quinzaine d'hectares chacun. Les sites sont clôturés. Une mince bordure de roseaux est présente, ainsi que quelques carex et nénuphars. Les deux espèces d'odonates observées aux jumelles le 25 juin 2018 furent *Libellula quadrimaculata* (>5) et *Cordulia aenea* (>2).

6. Commune de Novacelles

a. Le Redondet



Figure 110 : Le Redondet. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B, C) Vue générale du site (25.vi.18).

D'après les cartes, un plan d'eau semblait être présent. Toutefois, il s'agissait d'une petite saulaie-aulnaie humide où poussent des prêles (*Equisetum* sp.). Aucune libellule n'a été observée le 25 juin 2018.

7. Commune d'Arlanc

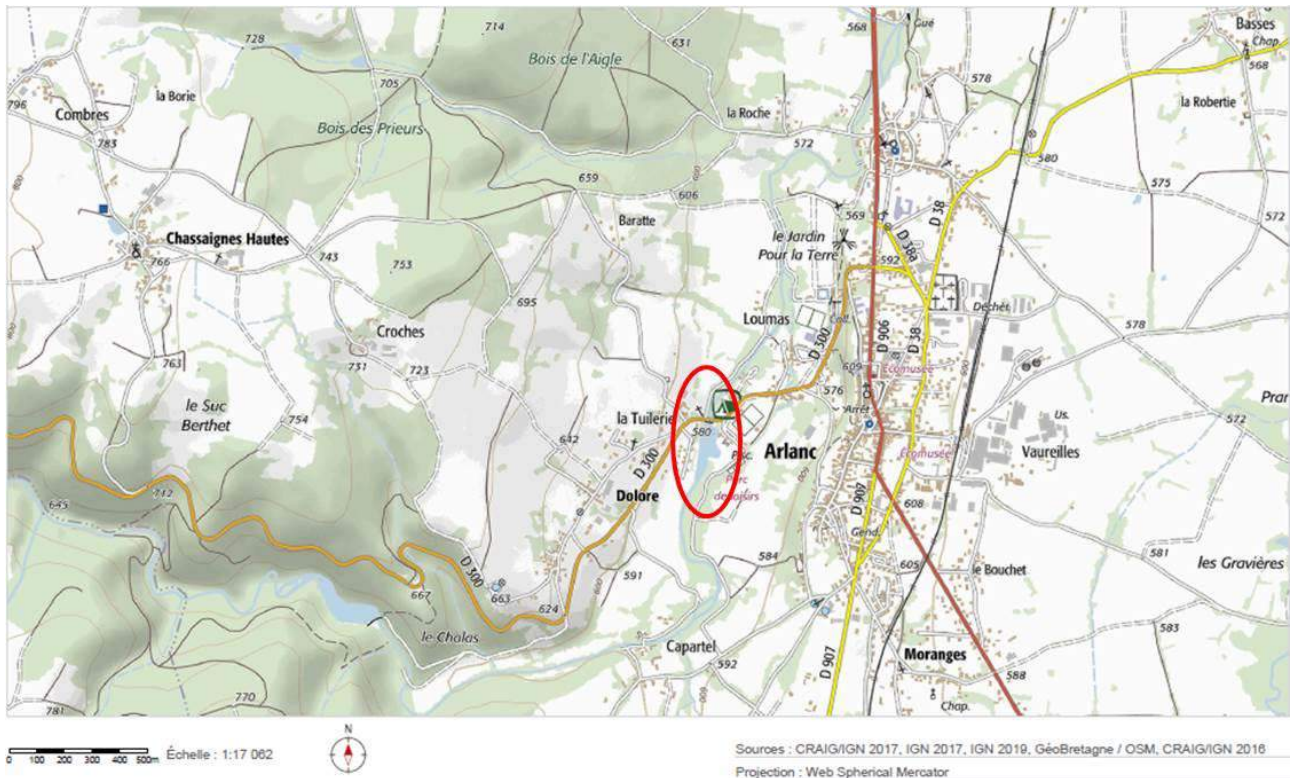


Figure 111 : Localisation de La Tuilerie (Arlanc). (Source : CRAIG).

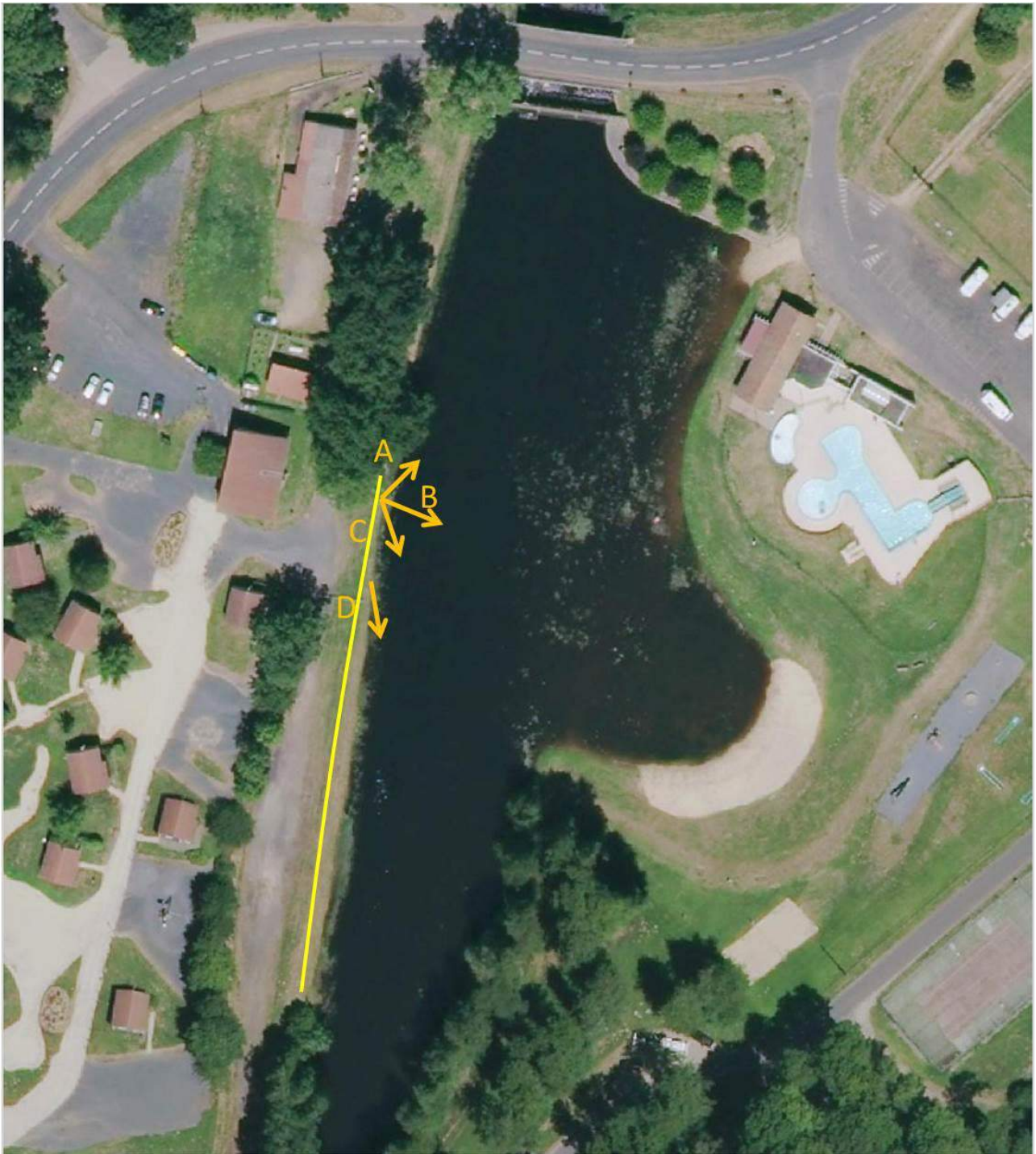
a. La Tuilerie

Bien qu'*a priori* peu favorable pour *Coenagrion lunulatum* en raison de son altitude assez faible (580 m) et de son contexte urbanisé et très artificialisé, ce site a été prospecté le 27 juin 2019 de façon opportuniste (il était sur notre route).

Il s'agit d'une étendue d'eau calme engendrée par la présence d'un barrage sur La Dolore. Il est à proximité de logements de vacances et une plage artificielle a été aménagée sur la rive est.

Nos prospections se sont limitées à la rive ouest où des joncs et de la glycérie (*Glyceria fluitans*) sont utilisés par l'odonatofaune. Sans surprise, *C. lunulatum* n'a pas été observé. Par contre, onze autres espèces de libellules étaient présentes :

- *Sympecma fusca* (≥ 5)
- *Ischnura elegans* (10-20)
- *Ischnura pumilio* (≥ 10 dont tandems)
- *Enallagma cyathigerum* (50-100)
- *Coenagrion puella* (50-100)
- *Anax imperator* (2m, 1f à la ponte)
- *Gomphus pulchellus* (1m, 1f)
- *Cordulia aenea* (2 individus dont 1 mâle prédaté par *Anax imperator*)
- *Libellula quadrimaculata* (1m)
- *Libellula depressa* (1m)
- *Sympetrum fonscolombii* (15-20 dont 1 tandem)



0 5 10 15 20 25m

Échelle : 1:1 066



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 112 : La Tuilerie. Image satellite (*Source* : CRAIG).



Figure 113 : La Tuilerie. (A) Barrage sur La Dolore. (B) Plage artificielle sur la rive orientale. (C) Vue des berges. (D) Frange de *Glyceria fluitans*. (27.vi.19).

8. Commune de Doranges

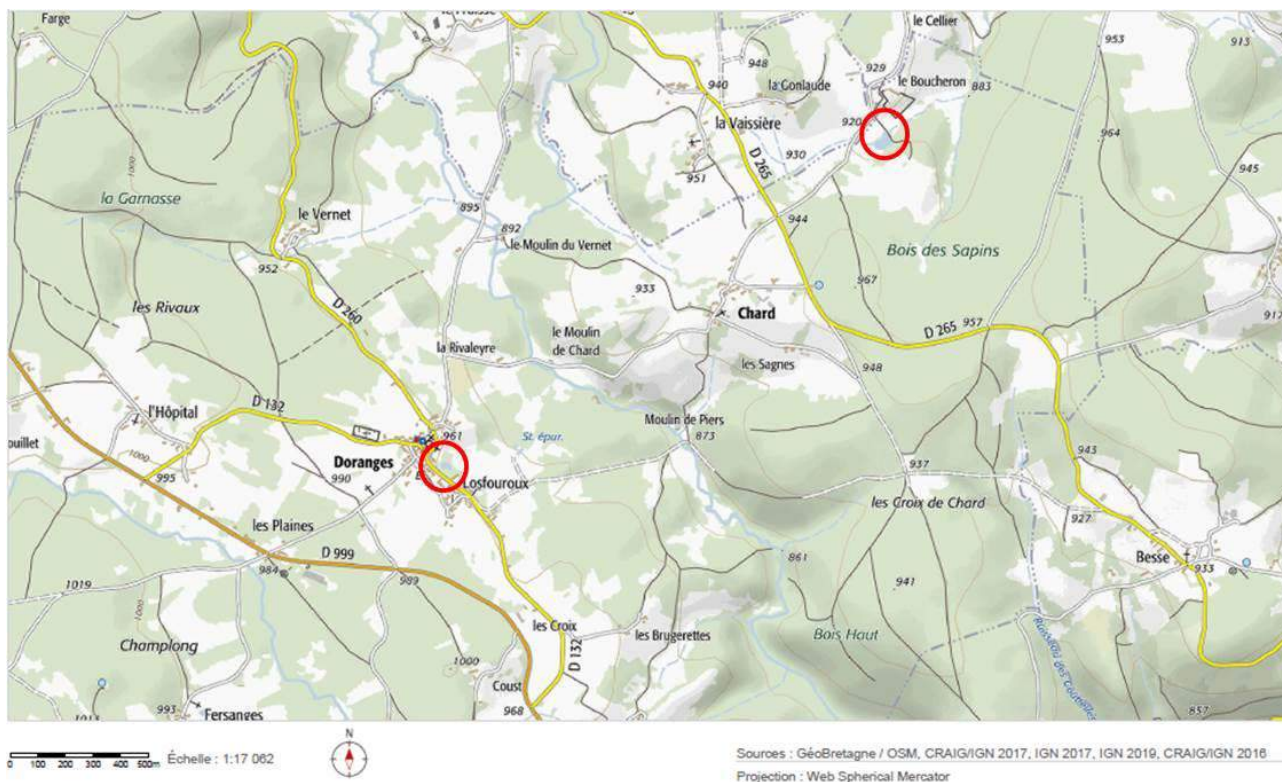


Figure 114 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Doranges. Du nord au sud : Le Boucheron, Losfouroux. (Source : CRAIG).

a. Le Boucheron

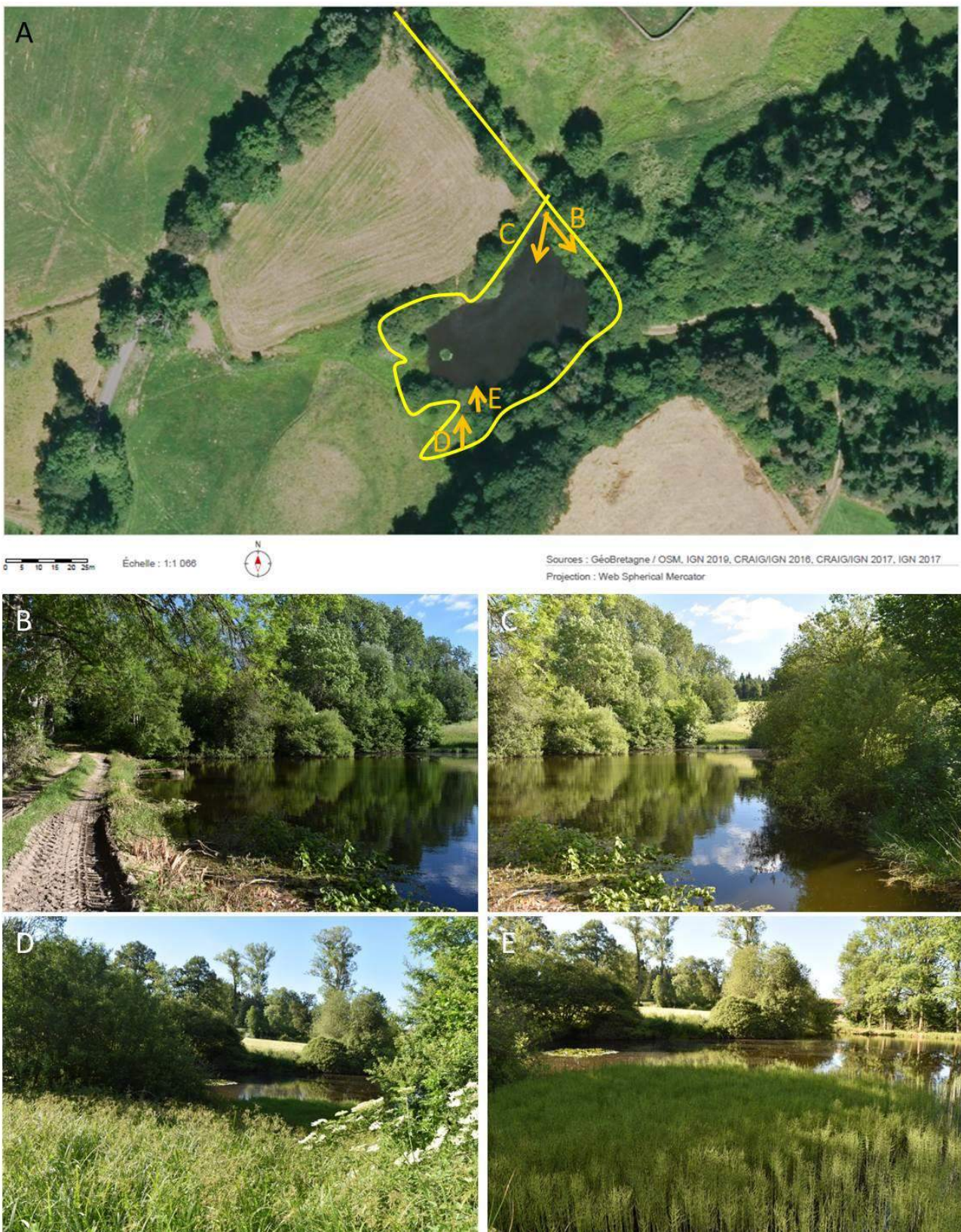


Figure 115 : Le Boucheron. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue générale. (C) Les ligneux bordent la presque totalité de l'étang. (D) Secteur à Scirpe des bois, *Scirpus sylvaticus* et, en contre-bas (E) prélaie. (25.vi.18).

Cet étang, d'environ 0,2 ha, est entouré de boisements et de parcelles pâturées (bovins). Il est certainement dédié à la pêche ; plusieurs poissons ont été observés. Ses berges sont colonisées par des ligneux (saules, sureaux). Une prêle est présente dans un secteur peu profond, en pente douce. Hormis une tache de nénuphars, il n'y a pas de couverture d'hydrophytes.

Huit espèces de libellules furent observées le 25 juin 2018 (imagos ou exuvies) :

- *Ischnura elegans* (≥ 10 , émergences)
- *Coenagrion puella* (≥ 10 , émergences)
- *Pyrrhosoma nymphula* (1 cadavre dans une toile d'araignée)
- *Platycnemis pennipes* (émergences, 50-100 individus)
- *Aeshna cyanea* (1 exuvie)
- *Cordulia aenea* (≥ 5 individus)
- *Somatochlora metallica* (1 exuvie)
- *Libellula quadrimaculata* (1)

b. Losfouroux

Ce petit étang (environ 0,02 ha), situé dans le bourg de Doranges, n'est pas favorable à *Coenagrion lunulatum*. Ses berges sont plutôt douces mais très ombragées par les ligneux environnants. Un nombre très élevé de poissons a été noté. Le propriétaire, présent lors de nos prospections, a expliqué qu'il n'était pas pêcheur mais appréciait la présence des poissons et les nourrissait (pain...). La qualité de l'eau s'en ressent.

Il n'y avait pas de ceintures notables d'hélophytes, ni de couverture d'hydrophytes. Quelques lentilles d'eau (*Lemna* sp.) étaient présentes.

Seules deux espèces de libellules ont été observées le 25 juin 2018 :

- *Coenagrion puella* (>10 tandems, émergences).
- *Pyrrhosoma nymphula* (>20 individus dont des tandems à la ponte).



0 5 10 15 20 25m Échelle : 1:1 068  Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 116 : Losfouroux. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Berge ombragée par des ligneux. (C) Vue générale de l'étang. (D) Quelques-uns des très nombreux poissons présents. (E) Lentilles d'eau (*Lemna* sp.). (25.vi.18).

9. Commune de La Chapelle-Geneste

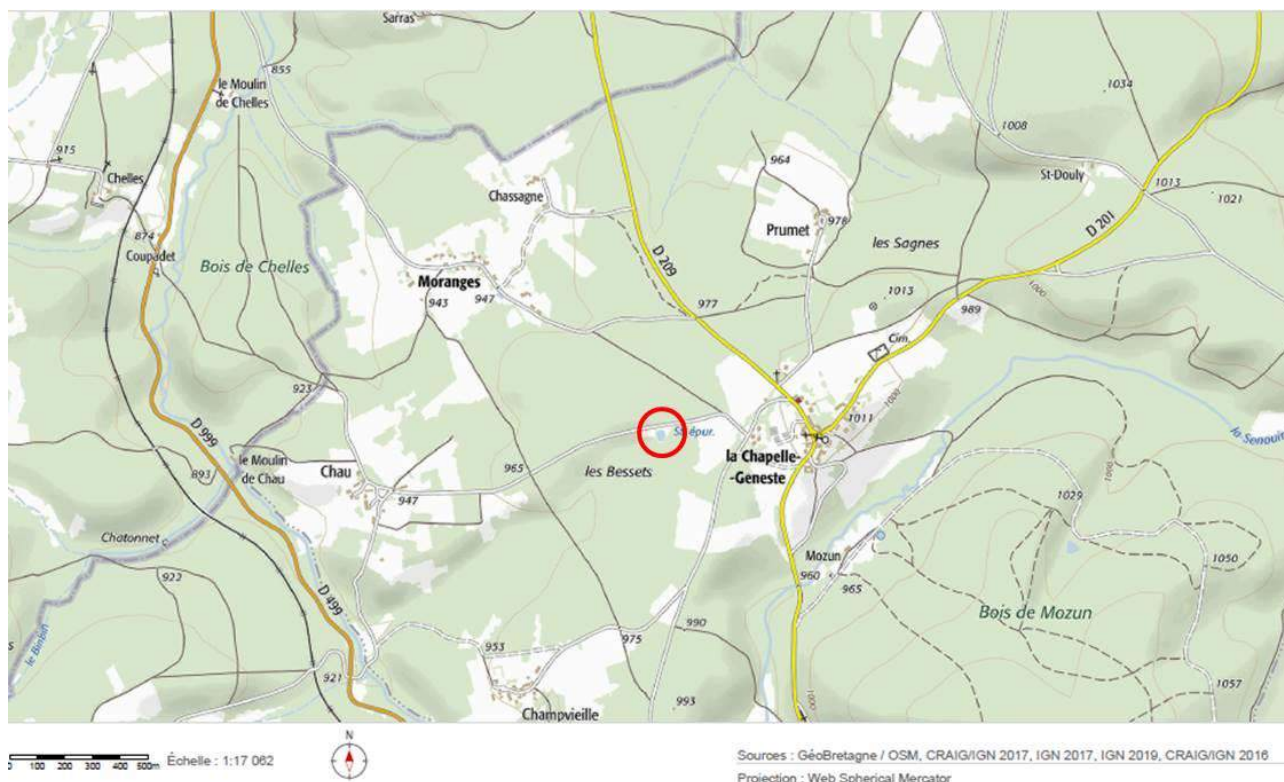


Figure 117 : Localisation du plan d'eau (station d'épuration) sur la commune de La Chapelle-Geneste. (Source : CRAIG).

a. Station d'épuration

Ce petit bassin (~0,1 ha) appartient à la station d'épuration du bourg. Le site est clôturé. Nos observations aux jumelles depuis la route n'ont pas permis de détecter de libellules. Les rives du plan d'eau semblaient abruptes et majoritairement nues bien que piquetées de quelques roseaux, joncs et carex. Le bassin était entièrement recouvert de lentilles d'eau (*Lemna* sp.).



0 5 10 15 20 25m

Échelle : 1:1 066



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 118 : Bassin de la station d'épuration de La Chapelle-Geneste. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B, C) Vue générale du bassin (29.vi.18).

10. Commune de Cistrières

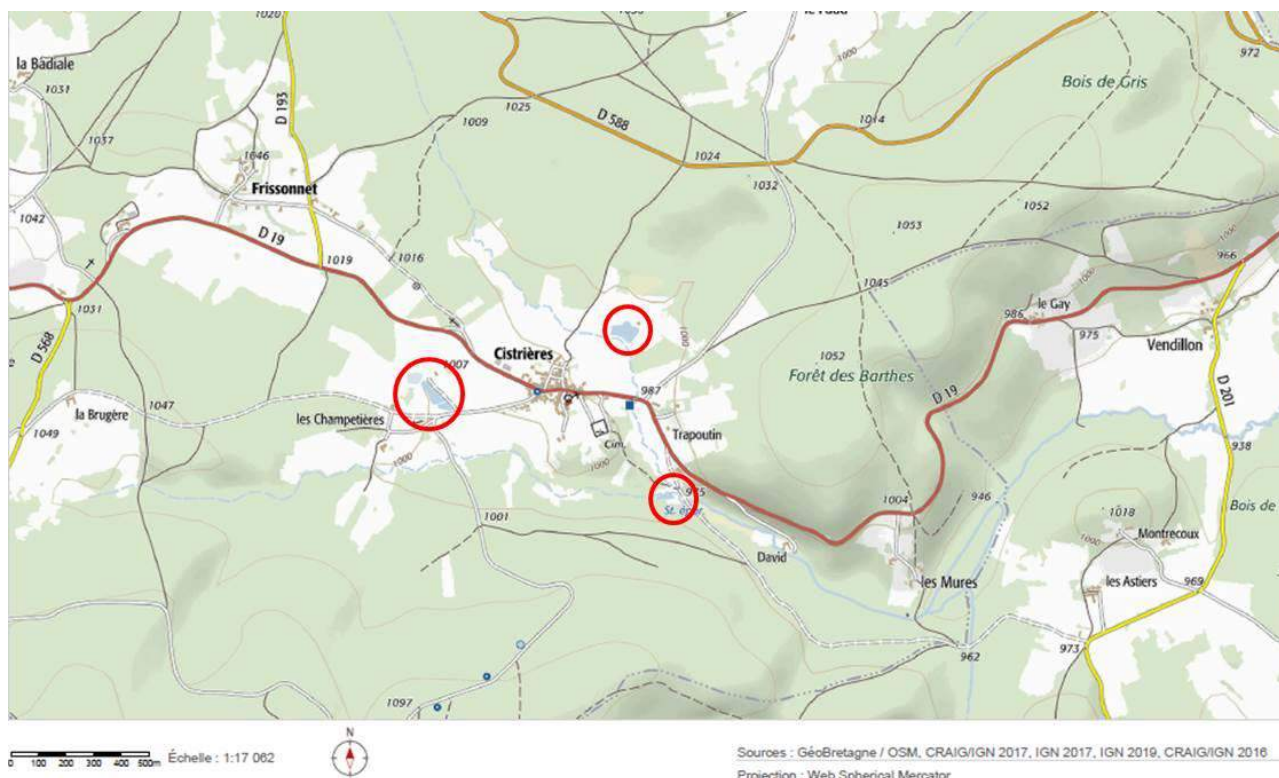


Figure 119 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Cistrières. D'ouest en est : Les Champetières, étang du bourg, Trapoutin. (Source : CRAIG).

a. Les Champetières

Ce site est composé de trois étangs de qualité inégale ; un peu d'eau courante est aussi présente. Les deux premiers étangs (0,1 et 0,3 ha), au sud, sont très artificialisés, avec des berges abruptes. La profondeur des bassins est cependant faible et des taches réduites d'hélophytes sont présentes ici ou là (*Equisetum*, *Juncus*, *Carex*, *Glyceria*), la plus étendue étant le long de la rive sud du premier bassin.

Le troisième bassin (le plus au nord ; 0,1 ha) est par contre presque entièrement végétalisé (<20% d'eau libre). Les plantes dominantes sont la glycérie (*Glyceria fluitans*), les prêles (*Equisetum* sp.) et les joncs (*Juncus* spp.). Si ce milieu ne convient pas précisément à *Coenagrion lunulatum*, il est apprécié par le *Lestes dryas*.

Le 29 juin 2018, nous avons pu noter 16 espèces de libellules sur l'ensemble du site :

- *Calopteryx virgo* (2 mâles)
- *Lestes dryas* (50-100, nombreux immatures)
- *Sympecma fusca* (1)
- *Ischnura elegans* (30-50)
- *Enallagma cyathigerum* (1 mâle)
- *Coenagrion puella* (≥200, tandems)
- *Pyrrhosoma nymphula* (30-50 dont tandems)
- *Platycnemis pennipes* (≥200 individus)
- *Anax imperator* (4 mâles)
- *Gomphus pulchellus* (1+1 cadavre dans une toile d'araignée)

- *Cordulia aenea* (2 individus)
- *Somatochlora metallica* (1 mâle territorial et 1 tandem au niveau du deuxième bassin)
- *Libellula quadrimaculata* (10 dont tandems)
- *Libellula depressa* (2)
- *Orthetrum cancellatum* (1)
- *Sympetrum sanguineum* (1 mâles + 2 émergences)

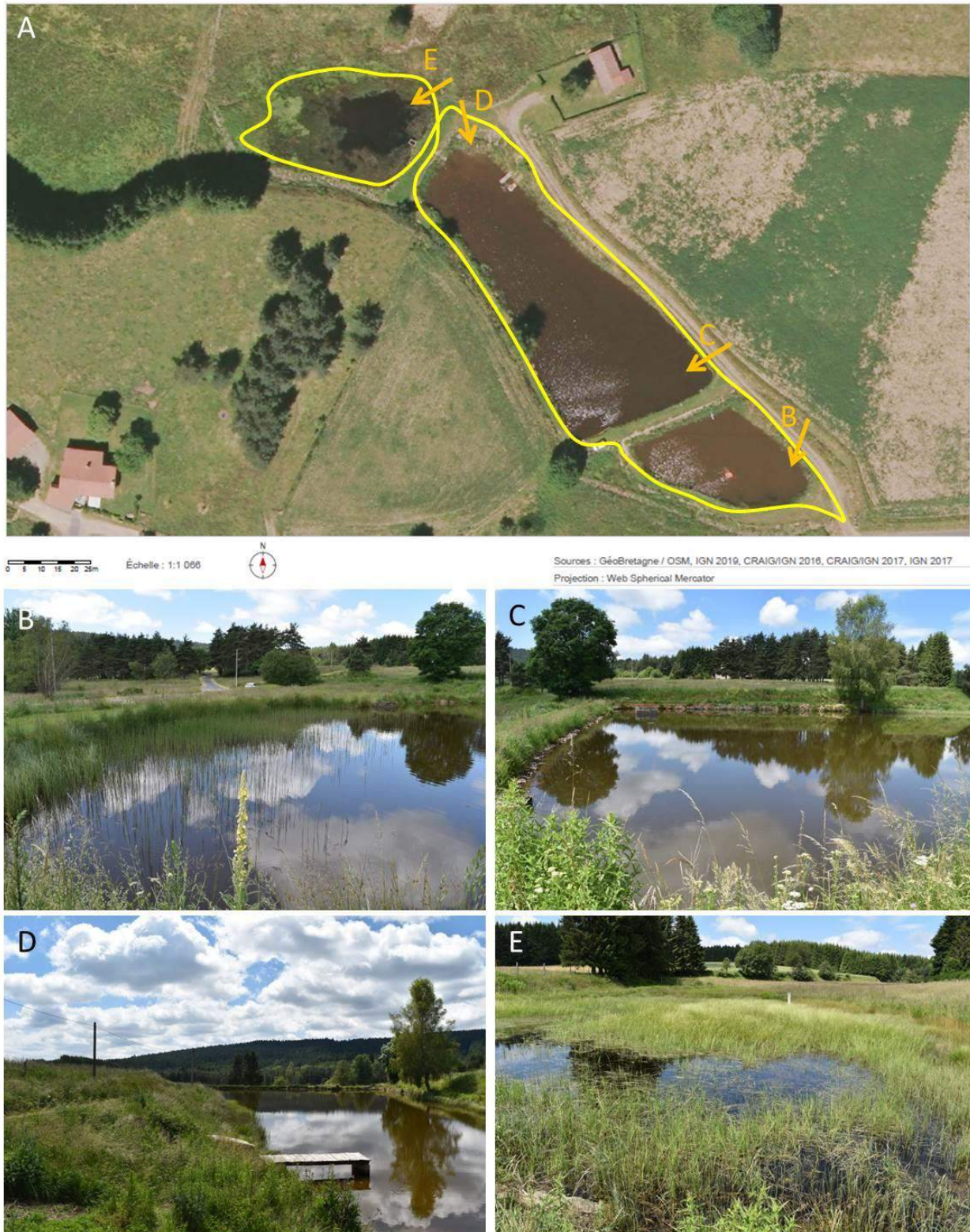


Figure 120 : Les Champetières. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Prêlaie au sud du premier bassin (celui situé au sud). (C-D) Bassin intermédiaire. (E) Bassin le plus au nord envahi par les glycéries, les prèles et les juncus. (29.vi.18).

b. Trapoutin



Figure 121 : Trapoutin (station d'épuration). (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Ruisseau longeant le site. (C) Vue du plan d'eau. (D) Le site est clôturé. Des prairies fleuries, plus ou moins humides, sont en périphérie. (29.vi.18).

Ce petit plan d'eau (~0,1 ha) n'est pas accessible. Les observations ont été réalisées aux jumelles ou dans les milieux environnants (ruisseau, prairies). Sept espèces ont été notées le 29 juin 2018 : *Calopteryx virgo* (1), *Enallagma cyathigerum* (7), *Coenagrion puella* (1), *Platycnemis pennipes* (1 + 1 tandem), *Anax imperator* (1), *Cordulegaster boltonii* (1), *Libellula depressa* (2). De loin, le plan d'eau semble peu favorable à *Coenagrion lunulatum* (pas d'hydrophytes, berges abruptes).

c. Bourg



Figure 122 : Etang de Cistrières. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B) Vue générale du site. (29.vi.18).

Les abords de cet étang privé (de 0,35 ha environ) ne sont pas accessibles (clôture). Il est apparemment dédié à la pêche et aménagé en conséquence. Observé aux jumelles, ce site ne semble pas posséder les habitats recherchés par *Coenagrion lunulatum*.

11. Commune de la Chaise-Dieu

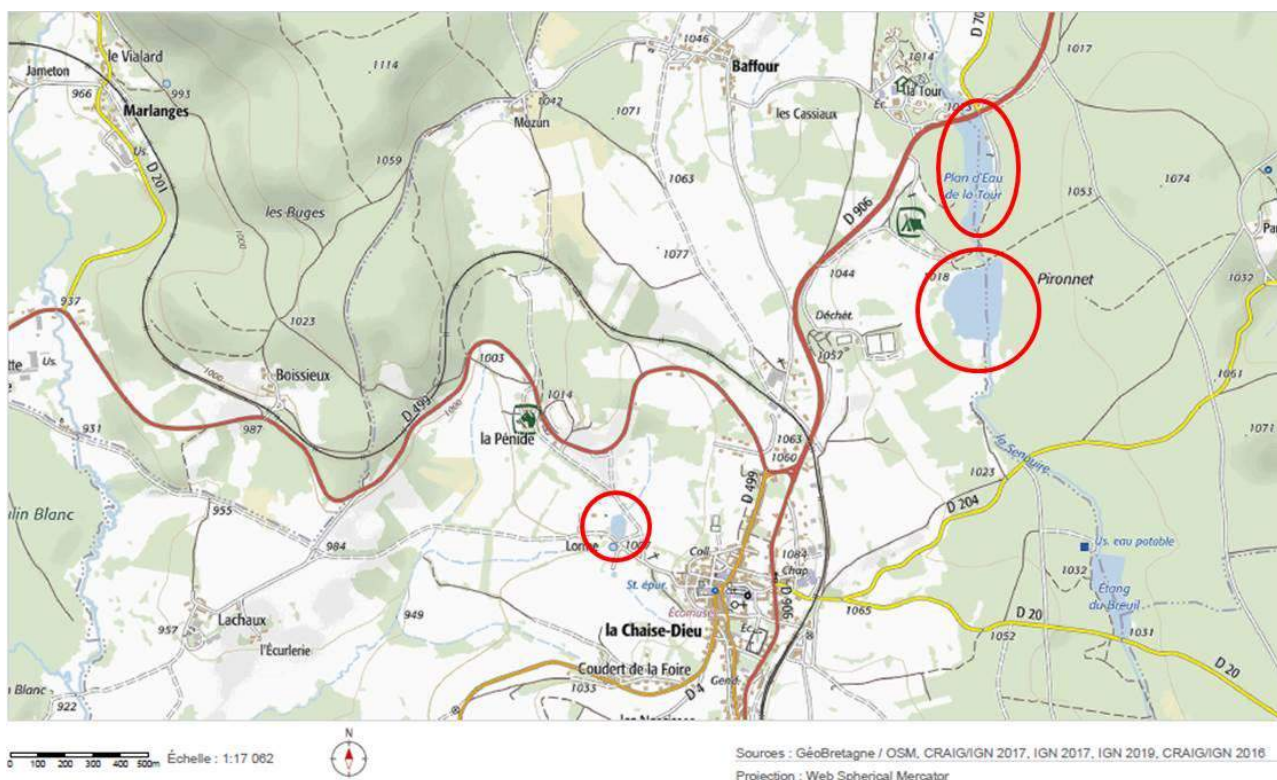


Figure 123 : Localisation des sites prospectés sur la commune de La Chaise-Dieu. Du nord au sud : Plan d'eau de la Tour, Etang des Prades, Lorme. [Le Plan d'eau de la Tour et l'Étang des Prades concernent deux communes : La Chaise-Dieu (Puy-de-Dôme) et Malvières (Haute-Loire)]. (Source : CRAIG).

a. Plan d'eau de la Tour

Ce plan d'eau de près de 3,2 ha est situé sur la Senouire. Il est au nord de l'étang des Prades et de celui du Breuil. Francez & Durand (1993) citent *Coenagrion lunulatum* de ce site mais il est vraisemblable que ces auteurs considéraient le Plan d'eau de la Tour et l'étang des Prades comme une seule et même entité. Actuellement, les habitats les plus favorables à *C. lunulatum* ne se trouvent qu'au niveau de l'étang des Prades.

Le Plan d'eau de la Tour est aménagé pour la pêche et la détente (plage artificielle, emplacements de stationnement, etc.). Les berges sont soit boisées, soit très artificialisées. Les ceintures d'hélophytes sont fort peu développées à nulles et il n'y a pas de couverture d'hydrophytes.

Le 08 juin 2018, les conditions météorologiques étaient mitigées (belles éclaircies mais entrecoupées de pluies fines). Trois espèces de libellules ont été observées :

- *Calopteryx splendens* (1 mâle, au niveau du ruisseau reliant ce site et l'étang des Prades).
- *Coenagrion puella* (1 mâle)
- *Cordulia aenea* (émergences, exuvies)
- *Libellula quadrimaculata* (1 mâle, émergences, exuvies).



0 10 20 30 40 50m

Échelle : 1:2 133



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 124 : Plan d'eau de la Tour. Image satellite (Source : CRAIG).



Figure 125 : Plan d'eau de la Tour. (A-C) Vues des berges depuis le sud du site. (D) Ruisseau (Senouire) reliant le plan d'eau à l'étang des Prades. (08.vi.18).

b. Etang des Prades

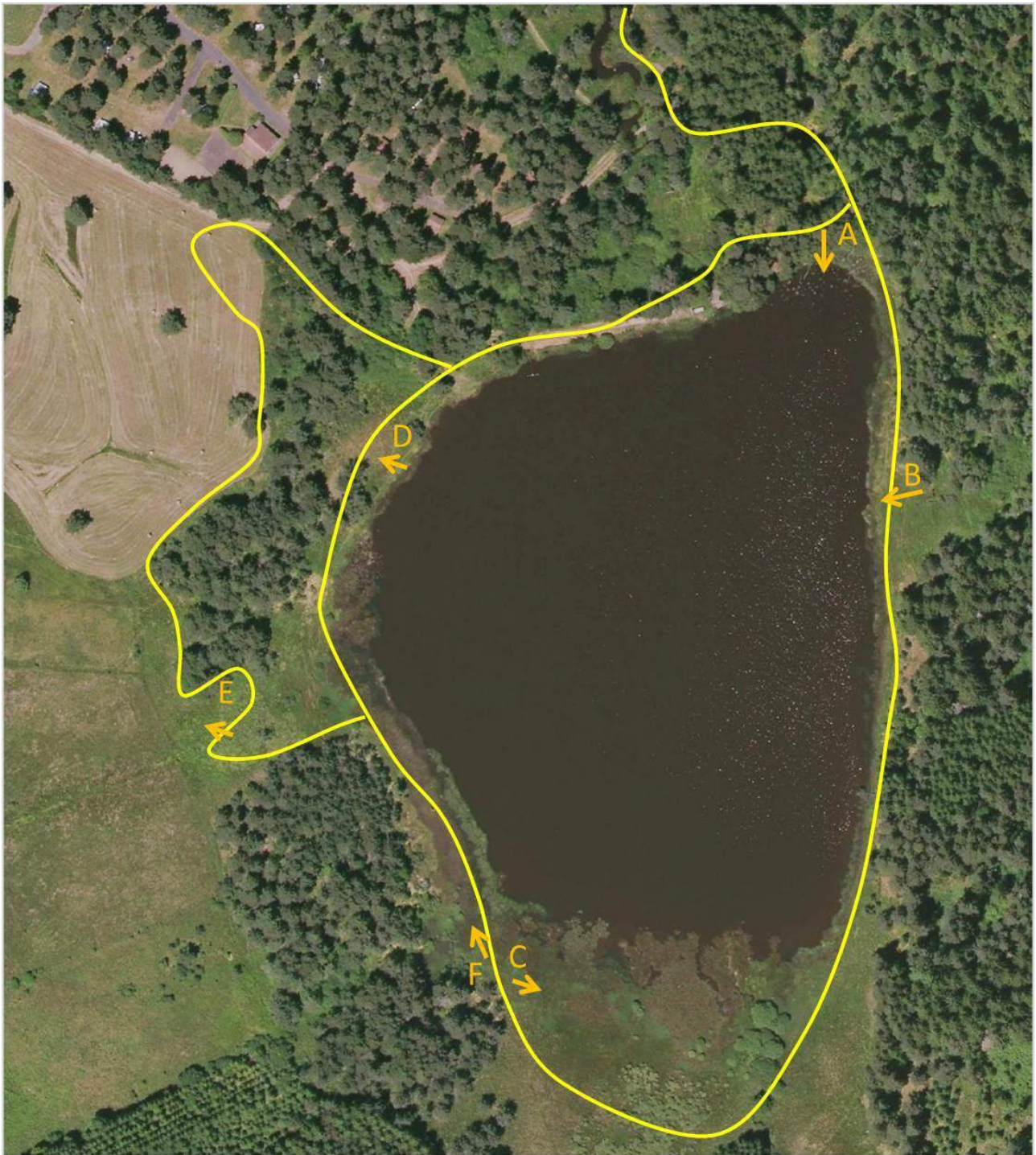
L'Etang des Prades (~5 ha), appelé également Etang du Chasseur ou Pironnet, est une station historique : *C. lunulatum* y a déjà été observé (D. Brugière en 1986 ; A.-J. Francez en 1993 [Barbarin & Lefebvre, 2016]). C'est pourquoi, l'étang avait été prospecté à trois reprises (20 juin 2014, 05 et 18 juin 2015) par Barbarin & Lefebvre (2016), mais sans que l'espèce ne soit retrouvée.

En raison de ces résultats négatifs, il n'était pas initialement prévu de visiter ce site. Toutefois, il nous a semblé judicieux de poursuivre l'effort de prospection car des habitats favorables sont présents, bien que réduits (Barbarin & Lefebvre, 2016). Nous avons donc effectué deux visites (08 juin 2018, 27 juin 2019) mais sans plus de succès. Cependant, l'étang était en assec en 2019 et l'odonatofaune était fort différente entre les deux années, avec notamment aucune observation de *Coenagrion hastulatum* lors de notre second passage (Tableau 21). En revanche, des espèces pionnières appréciant les très faibles niveaux d'eau étaient présentes (*Ischnura pumilio*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*). *Coenagrion lunulatum* étant une espèce post-pionnière, capable de coloniser rapidement des habitats favorables, il serait intéressant de prospecter le site dans les années qui suivent cette vidange.

En effet, l'étang des Prades possède encore des caractéristiques favorables à l'espèce. Il est peu profond, possède des berges en pente douce, de larges ceintures d'hélophytes variées (prêlaies, jonçaiies, typhaies, cariçaiies [dont à *Carex rostrata*]), des rives ensoleillées malgré un contexte partiellement forestier, des secteurs tourbeux et paratourbeux, et des milieux environnants diversifiés (prairies humides fleuries, pâtures à chevaux, saulaies marécageuses...). L'absence d'hydrophytes (probablement liée à une charge trop élevée ou écologiquement déséquilibrée en poissons) semble être le principal facteur limitant l'installation de l'espèce.

Tableau 21 : Odonates observés à l'étang des Prades lors de nos prospections, par Barbarin & Lefebvre (2016) [B&L16], Francez & Durand (1993) [F&D93], Gilard (1995, 1998) [Gil. 95-8] et par les observateurs du site web « Faune-Auvergne » [FA]. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle. Les données de Faune-Auvergne, consultées le 15 novembre 2019, proviennent de Didier Perrocheau (DP) et de Benjamin Kabouche. Les données de Bruno Gilard ne sont pas intégrées car sont en doublon avec celles de Gil. 95-8. Le « ? » correspond à une donnée avec photo. Toutefois, la qualité de l'image ne me permet pas de déterminer s'il s'agit de *Cordulia aenea* (comme indiqué) ou de *Somatochlora metallica*.

	Espèce	08/06/18	27/06/18	B&L16	F&D93	Gil. 95-8	FA
1	<i>Cal. splendens</i>					X	X
2	<i>Cal. xanthostoma</i>					X	
3	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>		1m			X	X
4	<i>Lestes sponsa</i>				X	X	
5	<i>Lestes dryas</i>				X		
6	<i>Sympecma fusca</i>	≥4					
7	<i>Ischnura elegans</i>	15 ind.		X		X	X
8	<i>Ischnura pumilio</i>		1f, P			X	
9	<i>En. cyathigerum</i>	6 ind.		X	X	X	X
10	<i>Coenagrion puella</i>		10 ind.	X	X	X	X
11	<i>Coenagrion hastulatum</i>	≥15m, ≥3 f, 1T		X	X		
12	<i>Coenagrion lunulatum</i>				X		
13	<i>Ery. najas</i>				X		
14	<i>Ery. lindenii</i>					X	
15	<i>Pyrrh. nymphula</i>	4 ind., T	15 ind., T	X			X
16	<i>Platycnemis acutipennis</i>						5 le 01.vii.16 par DP (sans photo)
17	<i>Platycn. pennipes</i>	≥10 ind.		X		X	X
18	<i>Aeshna cyanea</i>				X	X	X
19	<i>Aeshna grandis</i>				X	X	
20	<i>Aeshna juncea</i>				X	X	
21	<i>Anax imperator</i>	1m	2m	X		X	
22	<i>Gomph. pulchellus</i>	1f		X			
23	<i>Corduleg. boltonii</i>		1m			X	
24	<i>Cordulia aenea</i>	Émerg., exuvies		X	X	X	?
25	<i>Somato. metallica</i>	1 exuvie		X	X	X	X
26	<i>Libellula quadrimaculata</i>	≥6, émerg., exuvies	20-30	X	X	X	X
27	<i>Libellula depressa</i>	3 m dont 1 immature	2m		X	X	X
28	<i>Orth. cancellatum</i>		2 ind.	X	X	X	X
29	<i>Orth. albistylum</i>					X	
30	<i>Orth. coerulescens</i>		1m				
31	<i>Orth. brunneum</i>		1m				
32	<i>Sympetrum danae</i>				X		
33	<i>Symp. flaveolum</i>				X	X	1m le 01.vii.16 par DP (avec photo)
34	<i>Symp.fonscolombii</i>					X	
35	<i>Symp. sanguineum</i>						X
36	<i>Symp. striolatum</i>					X	
37	<i>Symp. vulgatum</i>					X	
TOTAL (nb. d'espèces)		12	11	12	17	25	15-16



0 10 20 30 40 50m

Échelle : 1:2 133



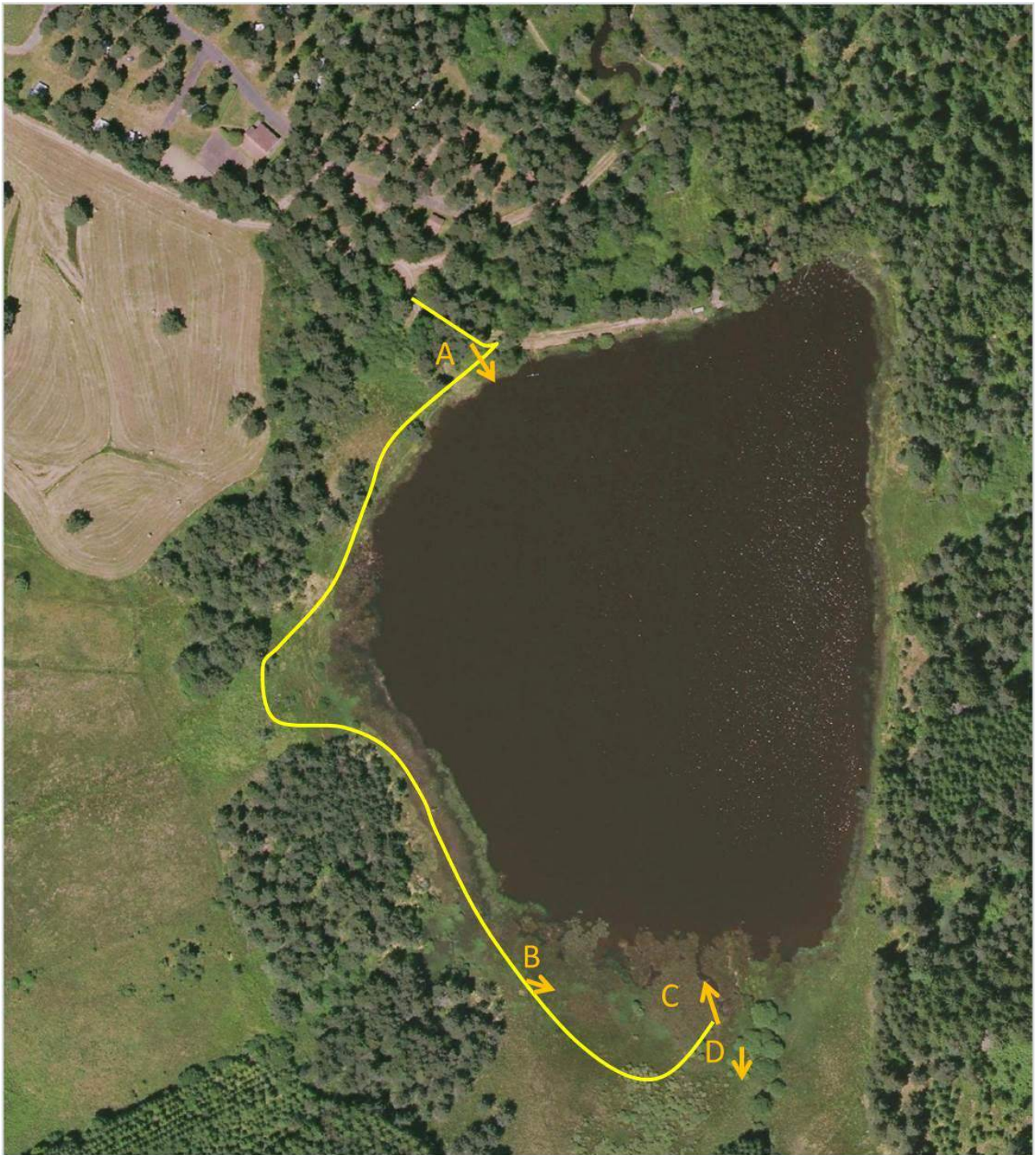
Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 126 : Image satellite de l'étang des Prades. Le parcours schématisé est celui réalisé le 08 juin 2018 (Source : CRAIG).



Figure 127 : Etang des Prades. (A) Vue générale, avec des arbres morts laissés sur pied au premier plan. (B) Vue de la rive ouest. (C) Vastes ceintures d'hélophytes (prêlaie, jonçaie, magnocariçaie) en eaux peu profondes, saulaie marécageuse et plantation de résineux. (D) Roselière. (E) Prairie humide à Renouée bistorte. (F) Magnocariçaie/prêlaie (08.vi.18).



0 10 20 30 40 50m

Échelle : 1:2 133



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 128 : Image satellite de l'étang des Prades. Le parcours schématisé est celui réalisé le 27 juin 2019 (Source : CRAIG).

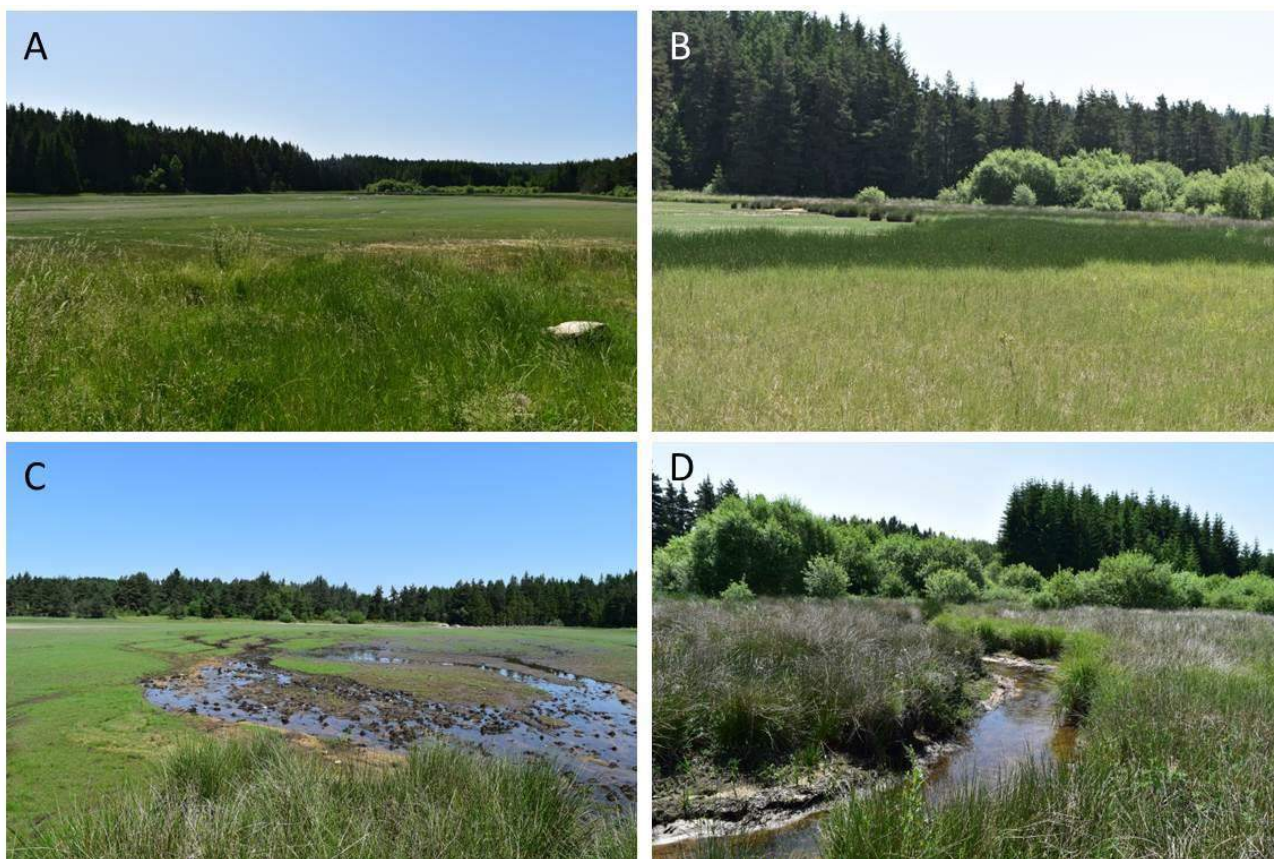


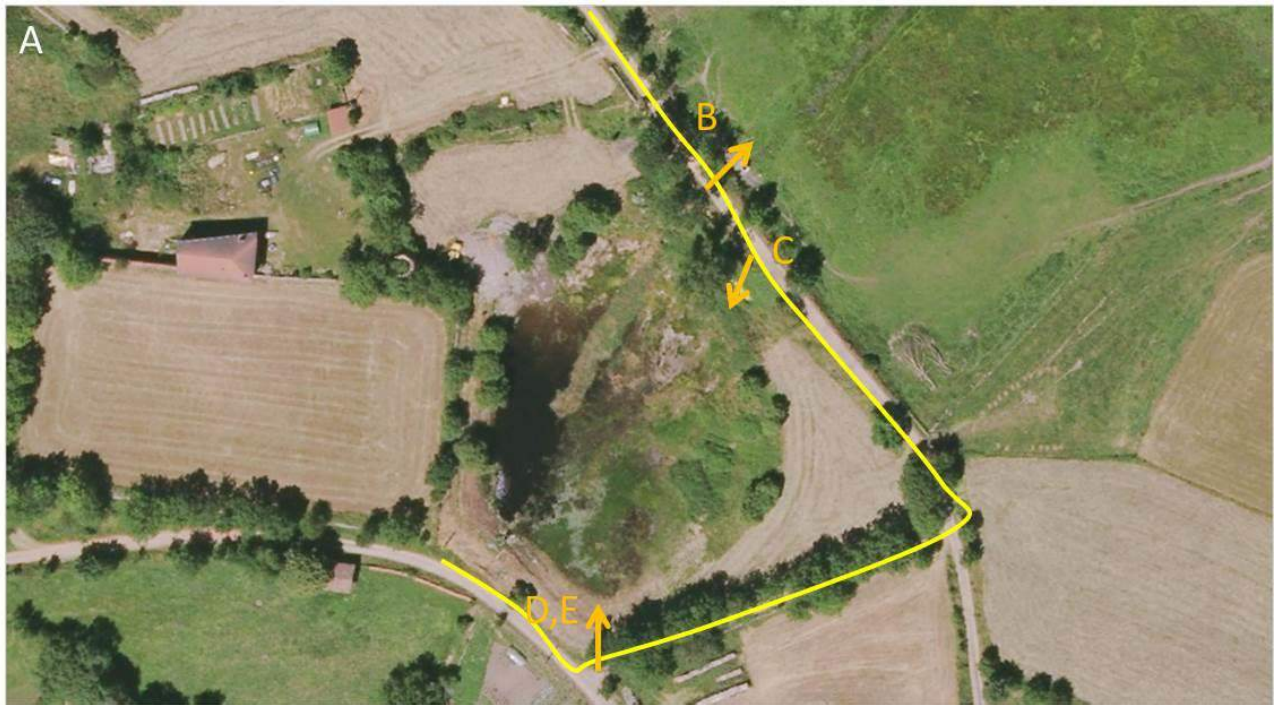
Figure 129 : Etang des Prades en assec. (A-C) Différentes vues du site. La B présente une vue similaire à celle de la Figure 127C. (D) La Senouire alimentant le bassin. (27.vi.19).

c. Lorme

Les prospections de cet étang ont été réalisées aux jumelles et en périphérie car l'accès au site n'était pas autorisé. Bien que de faible superficie (~0,10 ha), il semble posséder une odonatofaune diversifiée et abondante. Environ un tiers de sa surface était recouvert par la Renouée amphibie, *Persicaria amphibia*, mêlée à des glycéries (*Glyceria* sp.). La surface en eau libre était toutefois tachée par des efflorescences cyanobactériennes, indiquant un problème d'eutrophisation. Quelques ligneux se sont développés sur le pourtour.

Le 29 juin 2018, nous avons observé 11 espèces d'odonates :

- *Lestes sponsa* (2 femelles et 1 mâle émergents)
- *Ischnura elegans* (1 mâle)
- *Enallagma cyathigerum* (>50 individus, tandems)
- *Coenagrion puella* (>100 individus)
- *Coenagrion scitulum* (>10 mâles)
- *Pyrrhosoma nymphula* (>10)
- *Platycnemis pennipes* (>20)
- *Anax imperator* (≥10 individus ; et peut-être 1 femelle à la ponte)
- *Cordulegaster boltonii* (1 femelle ; associée au ruisseau alimentant l'étang)
- *Libellula quadrimaculata* (>20 individus dont une femelle à la ponte)
- *Libellula depressa* (2)



0 5 10 15 20 25m Échelle : 1:1 088  Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 130 : Lorme. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Ruisseau alimentant l'étang. (C-E) Vue du plan d'eau. Une vaste nappe de Renouée amphibie, *Persicaria amphibia*, couvre l'étang. Des efflorescences de cyanobactéries (taches vert pâle) sont également visibles. (29.vi.18).

12. Commune de Saint-Victor-sur Arlanc

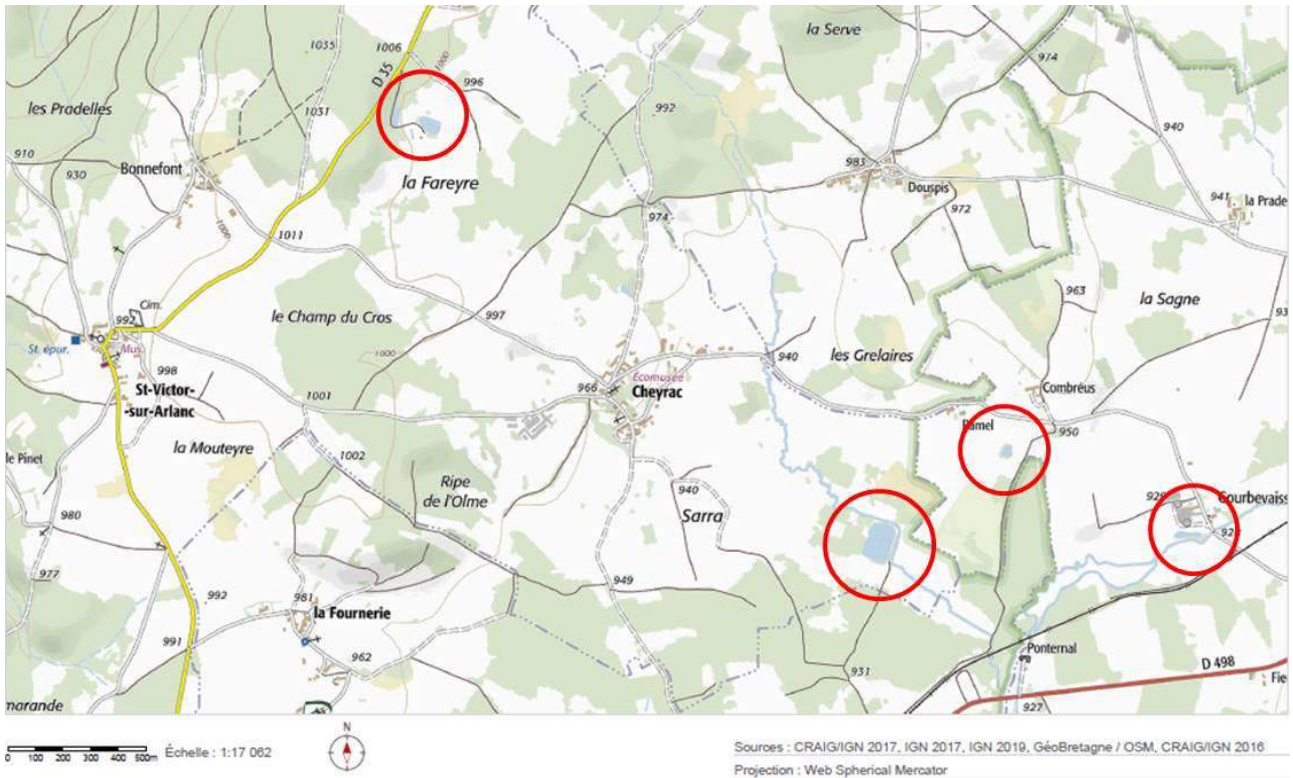


Figure 131 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Saint-Victor-sur-Arlanc. D’ouest en est : Fareyre, Ramel (grand puis petit étang), Courbevaiss. (Source : CRAIG).

a. Courbevaiss

Cet étang d’un peu moins de 0,2 ha est situé à proximité immédiate de bâtiments agricoles proches de Craponne-sur-Arzon (<1,5 km à l’est). Il possède des rives ombragées par de nombreux ligneux (pins, saules...). Il n’a pas de couverture d’hydrophytes ou de ceintures d’hélophytes développées. De nombreux poissons ont été observés. Les habitats favorables à *Coenagrion lunulatum* ne sont pas présents.

Seules trois espèces de libellules ont été notées le 27 juin 2019 : *Coenagrion puella* (1), *Platycnemis pennipes* (20 individus, tandems) et *Libellula depressa* (1 mâle).

Par ailleurs, un ruisseau peu profond (l’Arzon), à substrat grossier et aux rives végétalisées, longe l’étang. Deux espèces rhéophiles étaient présentes : *Calopteryx virgo* (1 mâle) et *Gomphus vulgatissimus* (1 mâle).



0 5 10 15 20 25m Échelle : 1:1 066 Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017 Projection : Web Spherical Mercator



Figure 132 : Courbevaise. (A) Image satellite (*Source : CRAIG*). (B) Vue de l'étang et de ses berges boisées. (C) Ruisseau qui longe le site. (27.vi.19).

b. Ramel (petit étang)

Cet étang d'environ 0,14 ha est entouré de parcelles agricoles (céréales, prairies de fauche, pâtures). Les observations ont été réalisées aux jumelles car son accès n'était pas possible (clôture). Quelques ligneux sont présents sur les rives (pins, épicéas, saules...). Il n'a pas de couverture d'hydrophytes développée. Une bandelette d'hélophytes (*Carex* sp.) est présente le long de la rive nord. La végétation herbacée des berges est maintenue (maintien d'une bande non fauchée autour du bassin). Les habitats favorables à *Coenagrion lunulatum* ne sont pas présents.

Le 27 juin 2019, trois espèces de libellules ont été notées :

- *Platycnemis pennipes* (1)
- *Cordulia aenea* (1)
- *Libellula depressa* (1 mâle, 1 femelle)



Échelle : 1:1 066

Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
 Projection : Web Spherical Mercator

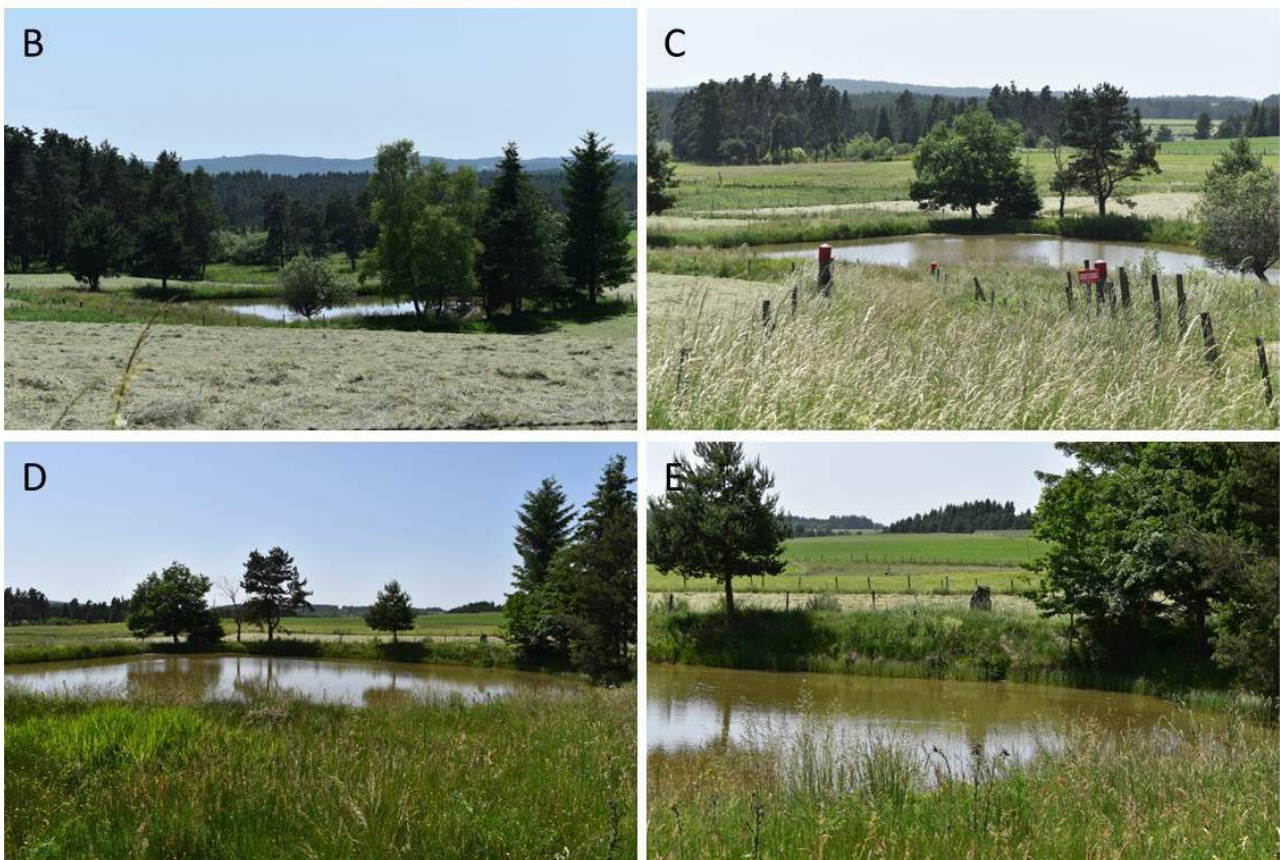


Figure 133 : Petit étang de Ramel. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B-E) Différentes vues de l'étang et de ses abords. (27.vi.19).

c. Ramel (grand étang)



Figure 134 : Grand étang de Ramel. (En haut) Image satellite (*Source : CRAIG*). (En bas) Vue de l'étang et de son contexte paysager. (27.vi.19).

Cet étang de pêche d'environ 1,2 ha est clôturé. Les observations ont été réalisées depuis l'extérieur du site, aux jumelles. Les habitats favorables à *Coenagrion lunulatum* ne semblent pas présents (pas de couvertures d'hydrophytes ou de ceintures d'hélophytes notables).

Trois espèces d'odonates ont été notées (27 juin 2019) :

- *Calopteryx virgo* (1)
- *Somatochlora metallica* (1)
- *Orthetrum cancellatum* (1)

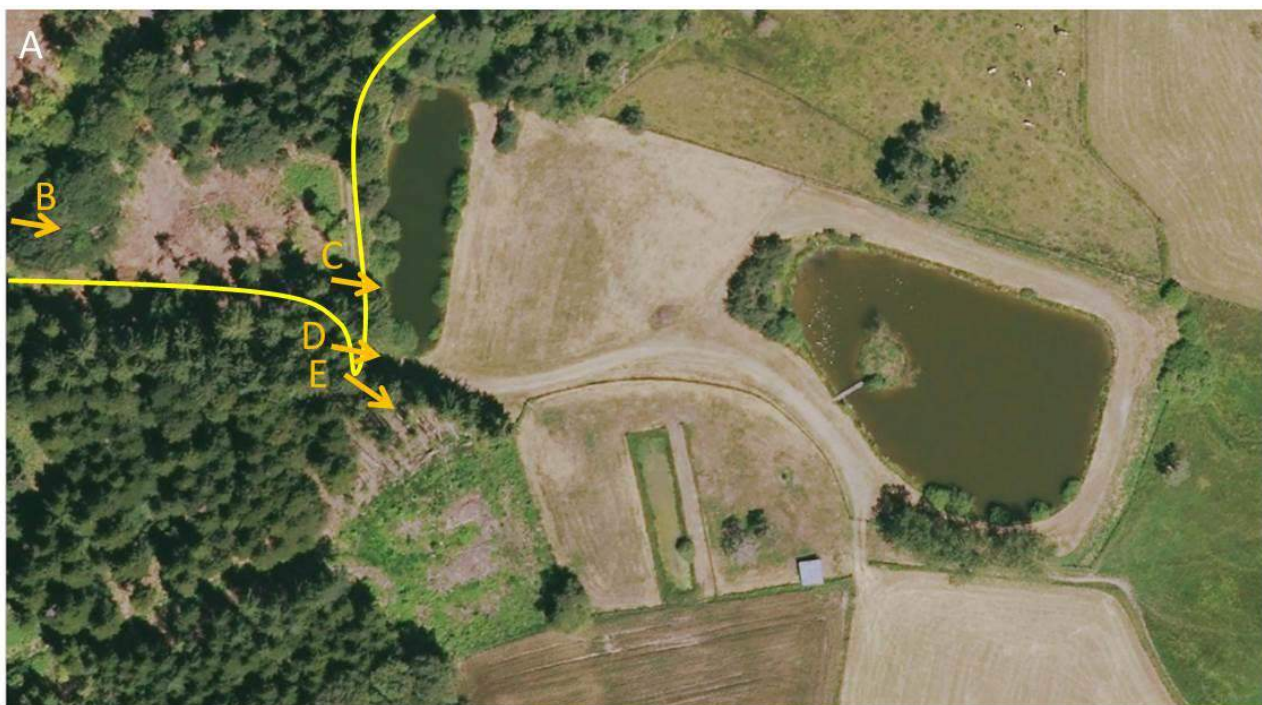
d. Fareyre

Ce site privé, à vocation piscicole, est composé de trois bassins (0,01 ha, 0,08 ha et 0,3 ha) dont l'accès est interdit. Les observations ont été réalisées depuis l'extérieur du site, aux jumelles, ou en sa périphérie.

Plusieurs poissons et amphibiens ont été notés dans le bassin ouest. Celui-ci possède des berges ombragées par des ligneux. Le plus petit bassin possédait une couverture d'hydrophytes (possiblement des potamots), la surface des deux autres était entièrement libre. Globalement, les bassins ne semblent pas présenter les habitats exigés par *Coenagrion lunulatum*.

Le 27 juin 2019, les espèces de libellules observées étaient :

- *Ischnura elegans* (1 mâle)
- *Coenagrion puella* (>10 individus)
- *Pyrrhosoma nymphula* (>10 individus)
- *Platycnemis pennipes* (30-40 individus, tandems)
- *Anax imperator* (1 mâle)
- *Cordulia aenea* (2 individus)



0 5 10 15 20 25m
Échelle : 1:1 000



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 135 : Fareyre. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue des trois bassins composant le site. (C) Bassin ouest. (D) Clôtures. (E) Petit bassin clôturé, couvert d'hydrophytes. (27.vi.19).

13. Commune de Jullianges

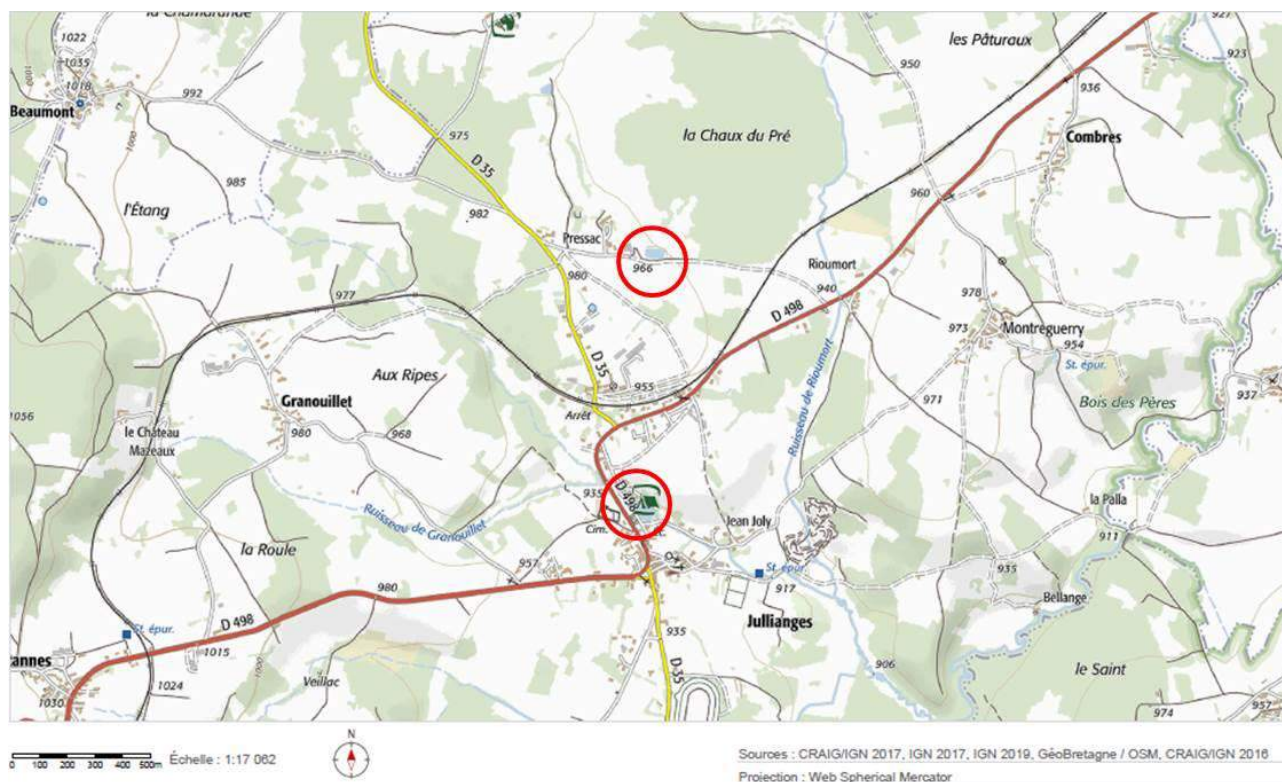


Figure 136 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Jullianges. Du nord au sud : Pressac, étang du bourg. (Source : CRAIG).

a. Bourg

Cet étang (env. 0,3 ha), situé à proximité d'un camping et au sein du bourg, a été visité lors d'une halte opportuniste. Ces abords sont aménagés pour la détente (bancs, chemins, petits ponts, berges tondues...). De nombreux poissons dont des carpes ont été notés. Il n'y a pas de couvertures d'hydrophytes ou de ceintures d'hélophytes notables.

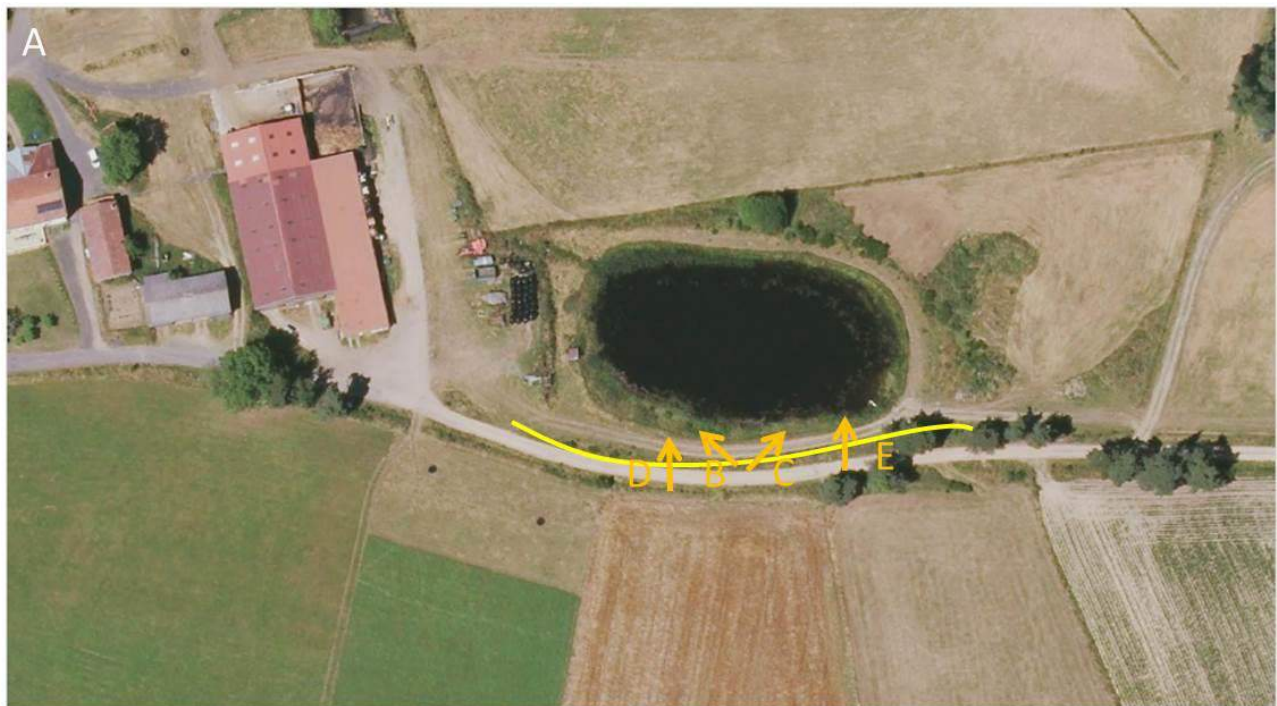
Huit espèces de libellules ont été observées le 27 juin 2019 :

- *Calopteryx virgo* (1 mâle et 1 femelle, le long de la rivière, en amont)
- *Ischnura elegans* (>10, tandems)
- *Coenagrion puella* (>30, tandems)
- *Pyrrhosoma nymphula* (>5 individus)
- *Platycnemis pennipes* (>60, tandems)
- *Gomphus pulchellus* (1 mâle)
- *Libellula depressa* (>4 individus)
- *Orthetrum cancellatum* (1 mâle)



Figure 137 : Etang de Jullianges. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B, D) Vues de l'étang. (C) Ruisseau (Le Granouillet) alimentant l'étang (27.vi.19).

b. Pressac



0 5 10 15 20 25m

Échelle : 1:1 068



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 138 : Pressac. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B-D) Vues de l'étang. (E) Roselière (27.vi.19).

Cet étang (env. 0,2 ha), situé à proximité de bâtiments agricoles, est clôturé. Les observations ont été réalisées depuis l'extérieur du site, aux jumelles. Bien que de faible taille, ce bassin n'est pas inintéressant. Il possède une ceinture de roseaux et des hydrophytes (dont des potamots et une renoncule aquatique, *Ranunculus* sp.).

Plusieurs espèces de libellules fréquentent le site dont des zygoptères non identifiables aux jumelles. Les espèces notées le 27 juin 2019 sont :

- *Anax imperator* (4)
- *Cordulia aenea* (3)
- *Libellula quadrimaculata* (2)
- *Orthetrum cancellatum* (1, peut-être 2)

14. Commune de Berbezt

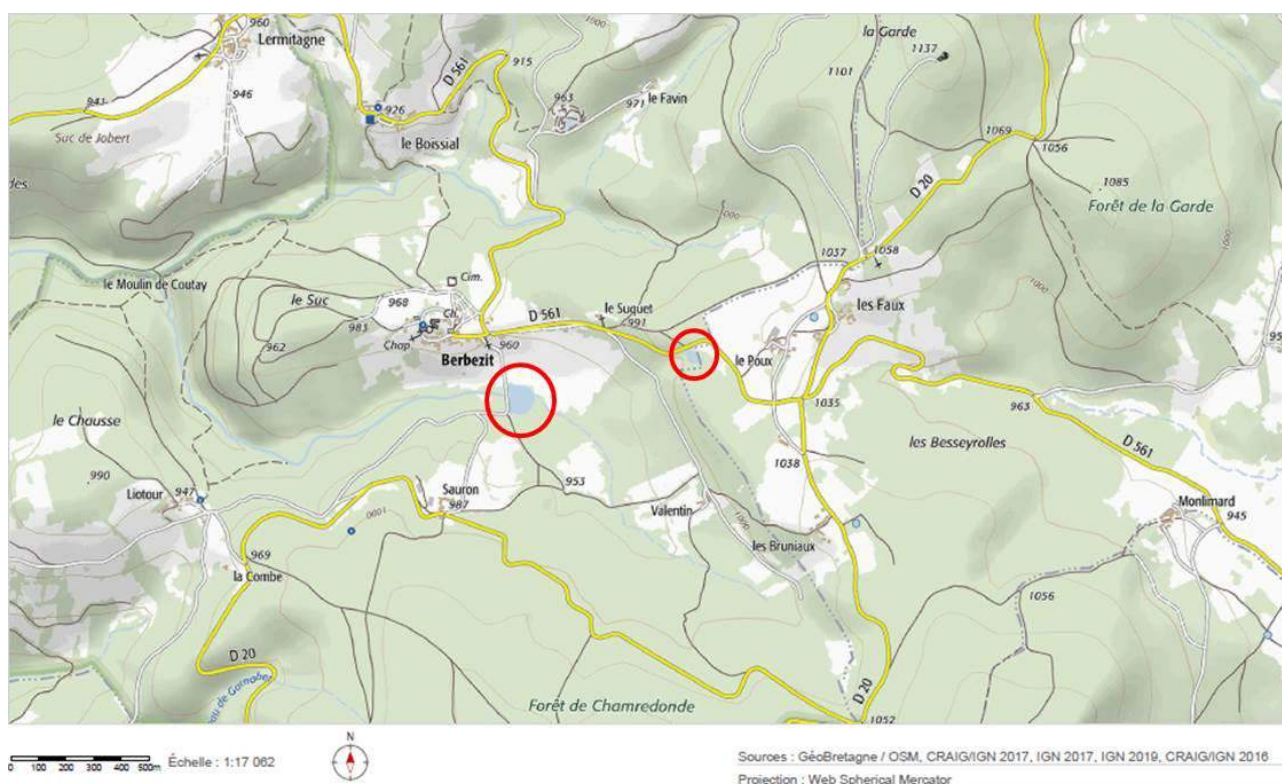


Figure 139 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Berbezt. D'ouest en est : Etang de Berbezt, le Poux. (Source : CRAIG).

a. Etang de Berbezt

Cet étang (~0,8 ha) est un ENS (Espace Naturel Sensible). Comme l'explique le site web du département de Haute-Loire¹³ :

« Niché dans les vastes forêts du plateau de la Chaise-Dieu, l'étang de Berbezt offre un cadre intimiste agréable pour la détente, le pique-nique, la pêche, une pause randonnée. L'origine de cet étang est artificielle, l'homme ayant barré le cours de la Trinité, petit affluent de la Senouire, pour alimenter un moulin dont ne subsistent aujourd'hui que quelques ruines.

¹³ <http://www.hauteloire.fr/L-etang-de-Berbezt.html>

La nature a tiré profit de cette configuration. L'étang originel se comble progressivement au profit d'une végétation aquatique diversifiée et tourbeuse. L'étang de Berbezt constitue une parfaite illustration de la dynamique naturelle d'évolution d'un étang. A ce titre, il est reconnu comme un espace naturel sensible du Département de la Haute-Loire.

Dans ce cadre, le Conseil Général travaille depuis 1996 en partenariat étroit avec la commune de Berbezt et le Parc Naturel Régional du Livradois-Forez à sa préservation et à l'amélioration des conditions d'accueil du public. Pour cela, des travaux ont été conduits en 2009 et 2010, avec une maîtrise d'ouvrage départementale. Deux zones de stationnement sont proposées, dont celle au plus près du site privilégie les personnes à mobilité réduite. Un cheminement sur la rive nord de l'étang a été réalisé pour desservir d'un côté une petite aire de pique-nique avec vue sur l'étang et de l'autre un ponton de pêche. Un autre poste de pêche a été sécurisé au niveau de la digue. Pour la sécurité des personnes et pour protéger la tourbière, il n'y a plus désormais d'accès possible à la queue de l'étang. »

En outre, la commune de Berbezt indique les informations suivantes¹⁴ concernant la pêche :
« Les différentes espèces piscicoles présentes sur le site sont principalement la truite fario, le gardon et la carpe. Un emplacement avec ponton est mis à disposition des personnes à mobilité réduite afin d'y pratiquer l'activité pêche. La réglementation de la pêche sur l'étang est celle afférente aux eaux libres de la 1^{ère} catégorie piscicole dans le département de la Haute-Loire comme par exemple :

- 1 seule canne par pêcheur
- 7 salmonidés par jour et par pêcheur
- amorçage interdit. Des lâchers de truites sur-densitaires sont réalisés par les deux AAPPMA (Association Agréée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques) de Saint Pal-De-Senouire et Paulhaguet pour le 14 Juillet et le 15 Août.
- Un panneau sur cette réglementation est implanté sur le site. »

Nos prospections confirment que la queue de l'étang est le secteur biologiquement le plus remarquable du site avec des secteurs tourbeux et paratourbeux intéressants. Par ailleurs de belles ceintures de diverses hélophytes (prêlaie, magnocariçaie, typhaie) et une saulaie marécageuse sont présentes. Par contre, il n'y a pas de couverture d'hydrophytes notable.

Le 29 juin 2018, treize espèces de libellules ont été observées :

- *Calopteryx splendens* (1 mâle)
- *Calopteryx virgo* (7 mâles et 2 femelles en aval ; 1 mâle et 1 femelle, secteur amont)
- *Ischnura elegans* (30-50, tandems)
- *Enallagma cyathigerum* (≥ 10)
- *Coenagrion puella* (50-100)
- *Erythromma lindenii* (2 mâles)
- *Pyrrhosoma nymphula* (20-30, tandems)
- *Ceriagrion tenellum* (1 mâle)
- *Platycnemis pennipes* (100-200, tandems)
- *Cordulia aenea* (3)
- *Somatochlora metallica* (1)
- *Libellula quadrimaculata* (8-10)
- *Sympetrum flaveolum* (2 mâles)

¹⁴ <https://www.mairie-berbezt.fr/vie-economique-tourisme/>

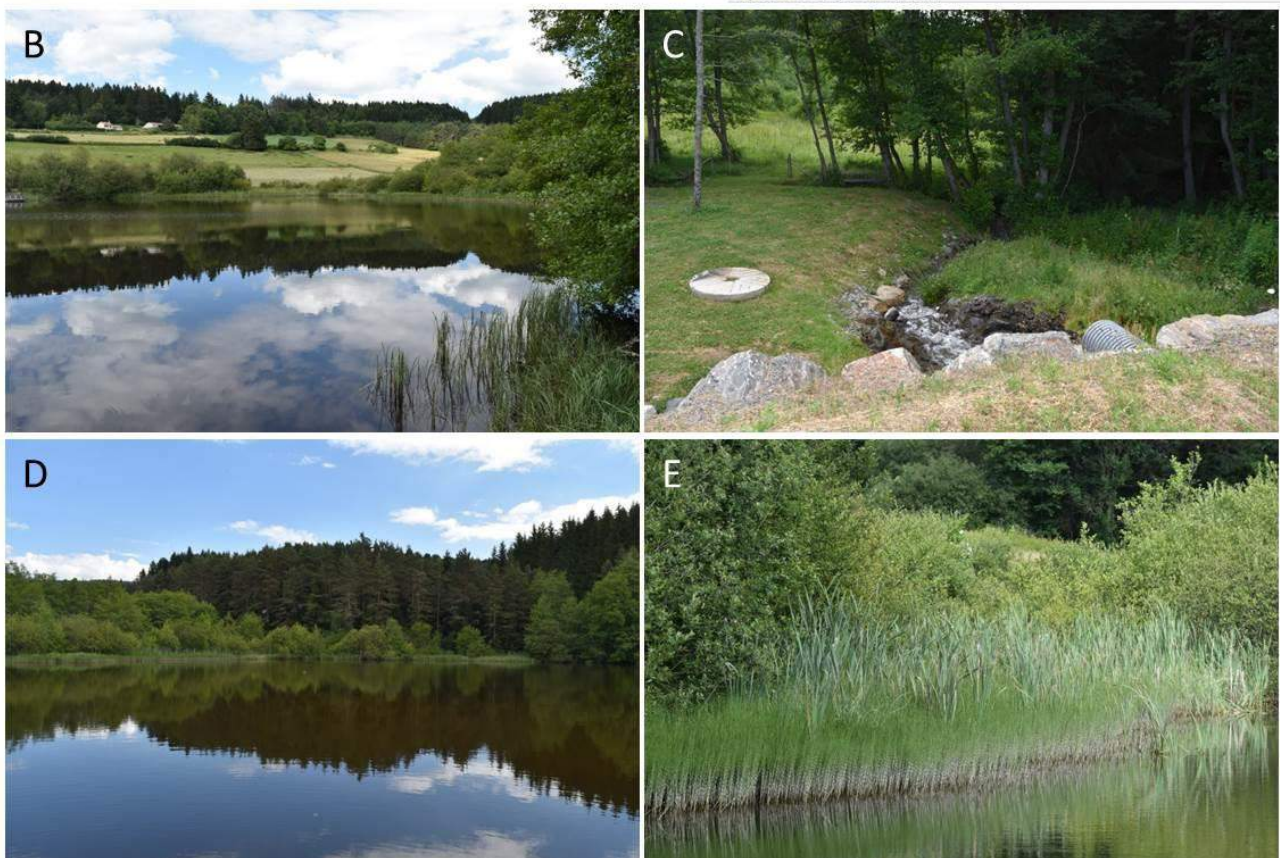


Figure 140 : Etang de Berbezit. (A) Image satellite (*Source : CRAIG*). (B) Vue de l'étang. (C) Aménagement du ruisseau en tête d'étang. (D) Saulaie et plantation de conifères. (E) Ceinture de prêles (*Equisetum* sp.) et roselière (*Typha* sp.) en queue d'étang (29.vi.18).

b. Le Poux

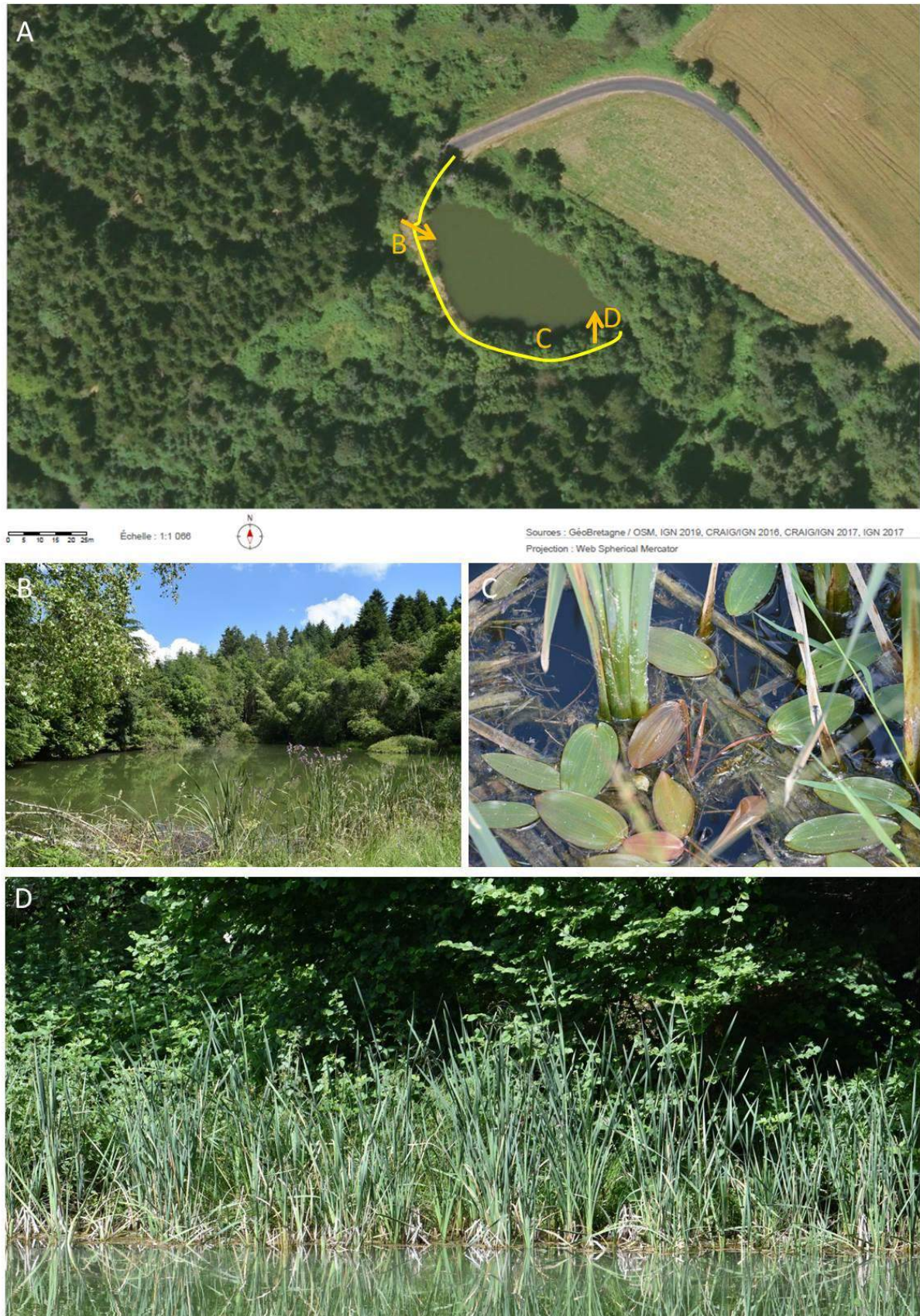


Figure 141 : Le Poux. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B) Vue de l'étang. (C) Quelques potamots sont présents le long des berges. (D) Petit rideau de roseaux. (29.vi.18).

Cet étang d'environ 0,16 ha est entouré de boisements. Il est probablement dédié à la pêche (des poissons ont été notés). Des potamots couvrent quelques mètres carrés le long de la berge sud. Les rives sont mixtes, avec des secteurs à pente douce. Des joncs et des roseaux occupent le long des berges.

Le 29 juin 2018, huit espèces d'odonates ont été notées :

- *Lestes dryas* (1, peut-être 2 femelles)
- *Ischnura elegans* (>30)
- *Coenagrion puella* (>100 individus, tandems et pontes)
- *Pyrrhosoma nymphula* (> 10, tandems)
- *Platycnemis pennipes* (> 100 individus, tandems et pontes)
- *Cordulia aenea* (1 mâle)
- *Somatochlora metallica* (1 mâle)
- *Libellula quadrimaculata* (5)

15. Commune de Félines

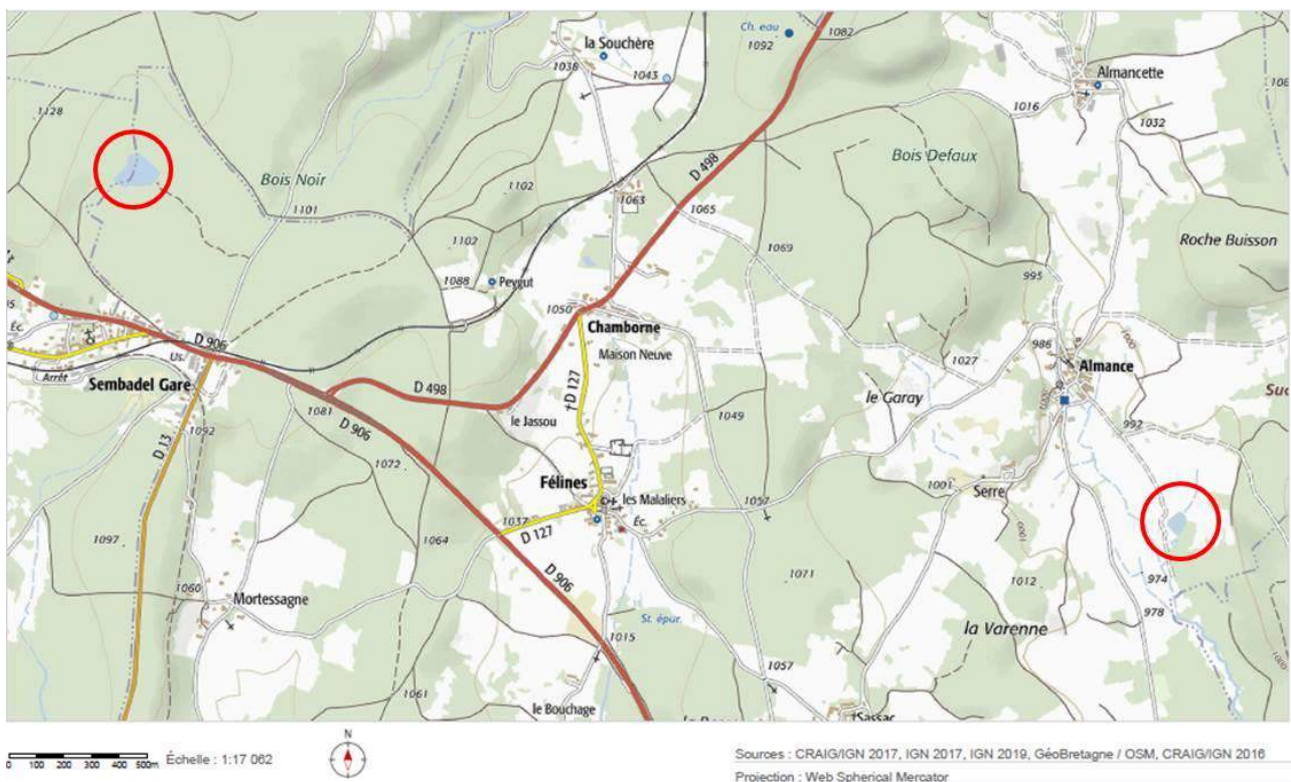


Figure 142 : Localisation des sites prospectés sur la commune de Félines (secteur nord). D'ouest en est : Etang du Bois Noir, Almance. (Source : CRAIG).

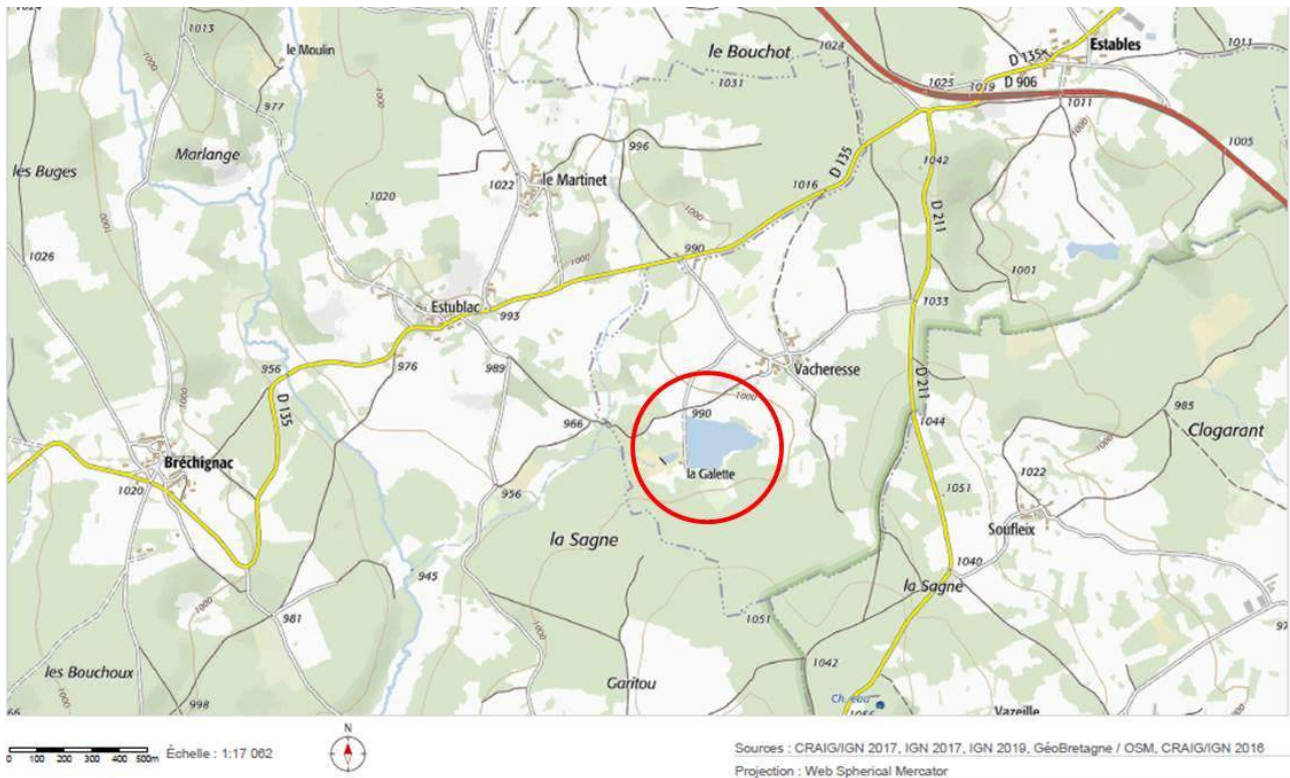


Figure 143 : Localisation de la Vacheresse (Félines, secteur sud). (Source : CRAIG).

a. Almance

Cet étang (env. 0,36 ha) est entouré de boisements (pins et autres conifères), de parcelles agricoles (cultures et pâtures) et de prairies de fauche plus ou moins humides. Il est clôturé et apparemment dédié à une pêche privée. Les observations ont été réalisées depuis l'extérieur du site, aux jumelles. Il n'y a pas de couvertures d'hydrophytes ou de ceintures d'hélophytes notables.

Le 29 juin 2018, seules deux espèces d'odonates ont été détectées :

- *Calopteryx virgo* (1 mâle)
- *Platycnemis pennipes* (>5 individus)

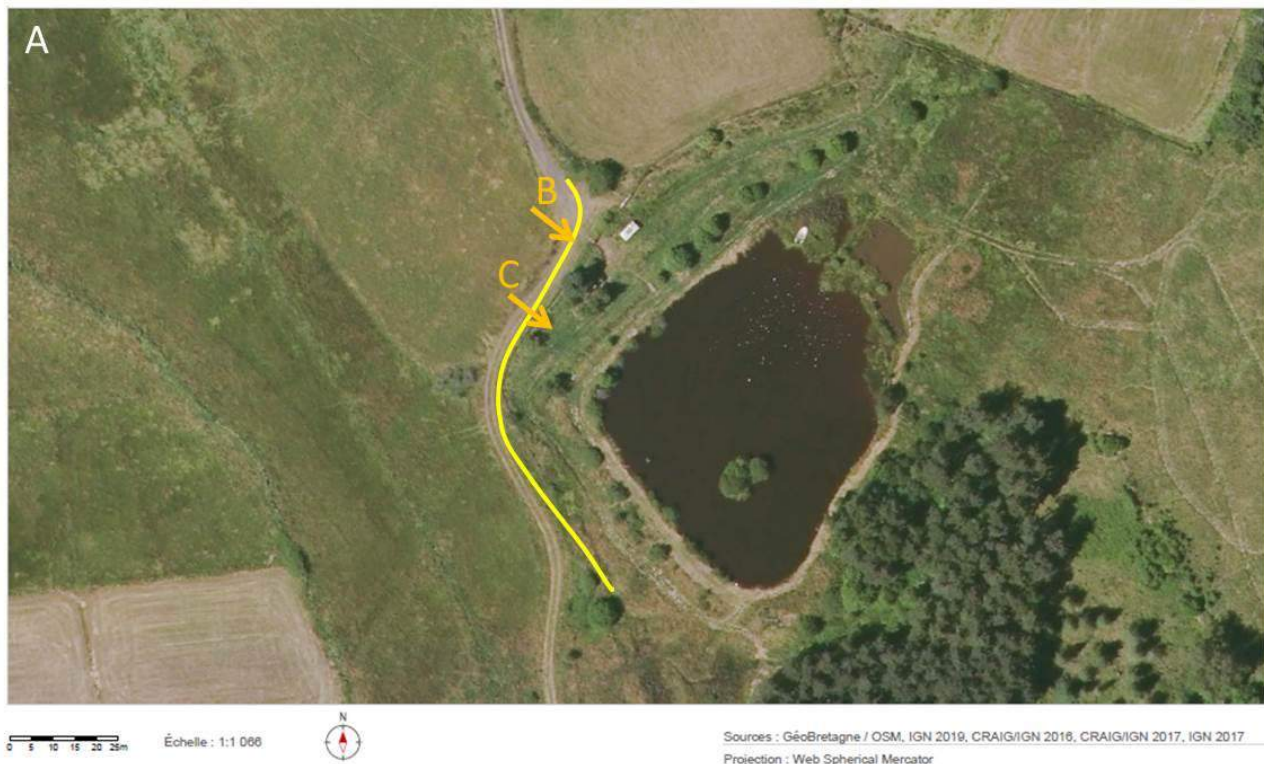


Figure 144 : Almance. (A) Image satellite (Source : CRAIG). (B) Vue de la clôture et (C) de l'étang. (29.vi.18).

b. Etang du Bois Noir

Cet étang d'un peu plus d'1ha est en contexte forestier. Il est clôturé et dédié à une pêche privée. Les observations ont été réalisées depuis l'extérieur du site, aux jumelles et en périphérie. Il n'y a pas de couverture d'hydrophytes ou de ceinture d'hélophytes notables. Seule la queue d'étang, marécageuse et avec une tache de carex et de joncs, possède un petit intérêt biologique.

Le 29 juin 2018, seuls quelques *Platycnemis pennipes* (≥ 20 individus) ont été notés.

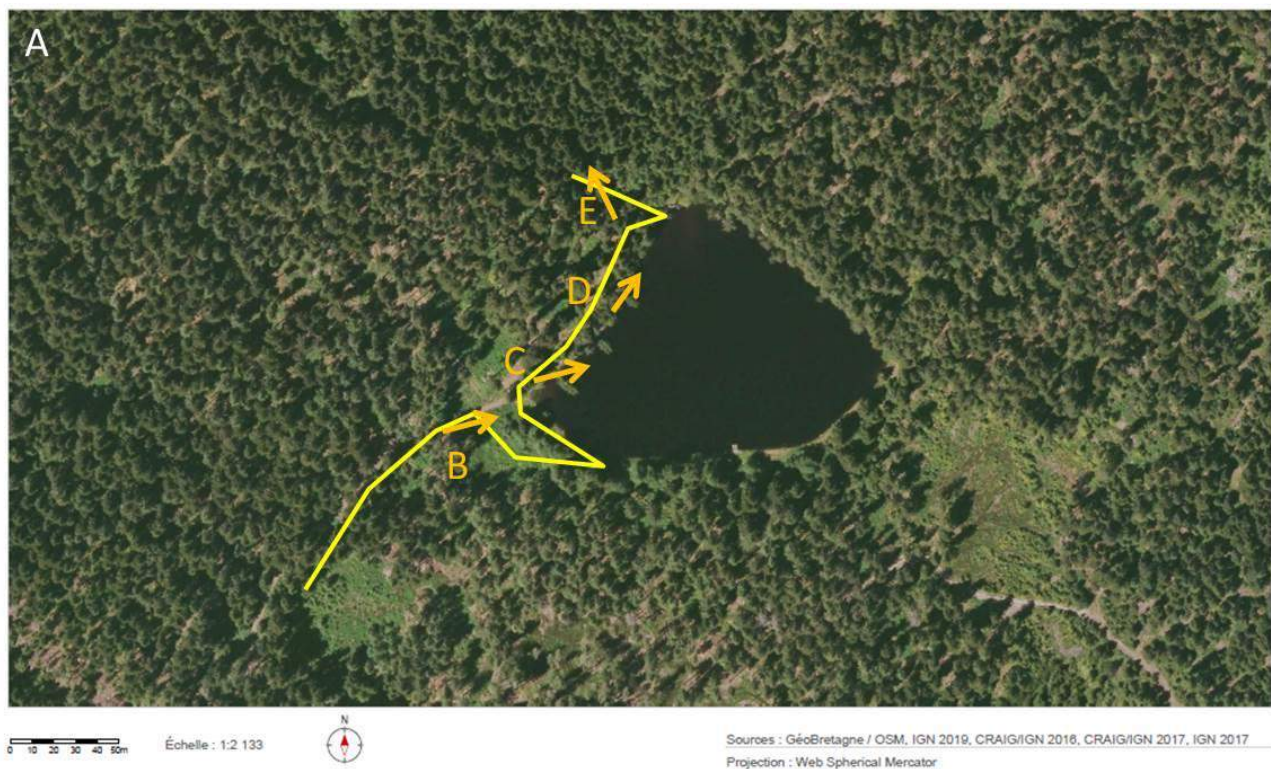


Figure 145 : Etang du Bois Noir. (A) Image satellite (*Source* : CRAIG). (B) Vue de la clôture et (C, D) de l'étang. (E) Sous-bois marécageux en queue d'étang. (29.vi.18).

c. Vacheresse

L'étang de la Vacheresse a été prospecté le 20 juin 2014 par Jean-Philippe Barbarin (Barbarin & Lefebvre, 2016). Ce site « présente des faciès très anthropisés et il est clairement dédié à la pêche. Seule la queue de l'étang est bien végétalisée mais son intérêt reste limité. Seules des espèces communes ont été observées [*Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Anax imperator*, *Libellula quadrimaculata*] ».

Nous avons décidé de prospecter à nouveau ce site en raison de sa queue d'étang végétalisée et de sa position intermédiaire entre deux sites possédant des données de *Coenagrion lunulatum*. Il est en effet à 3,5 km au sud-est du Lac de Malaguet et à 2,6 km au nord-ouest de la station historique de l'étang de Praneuf.

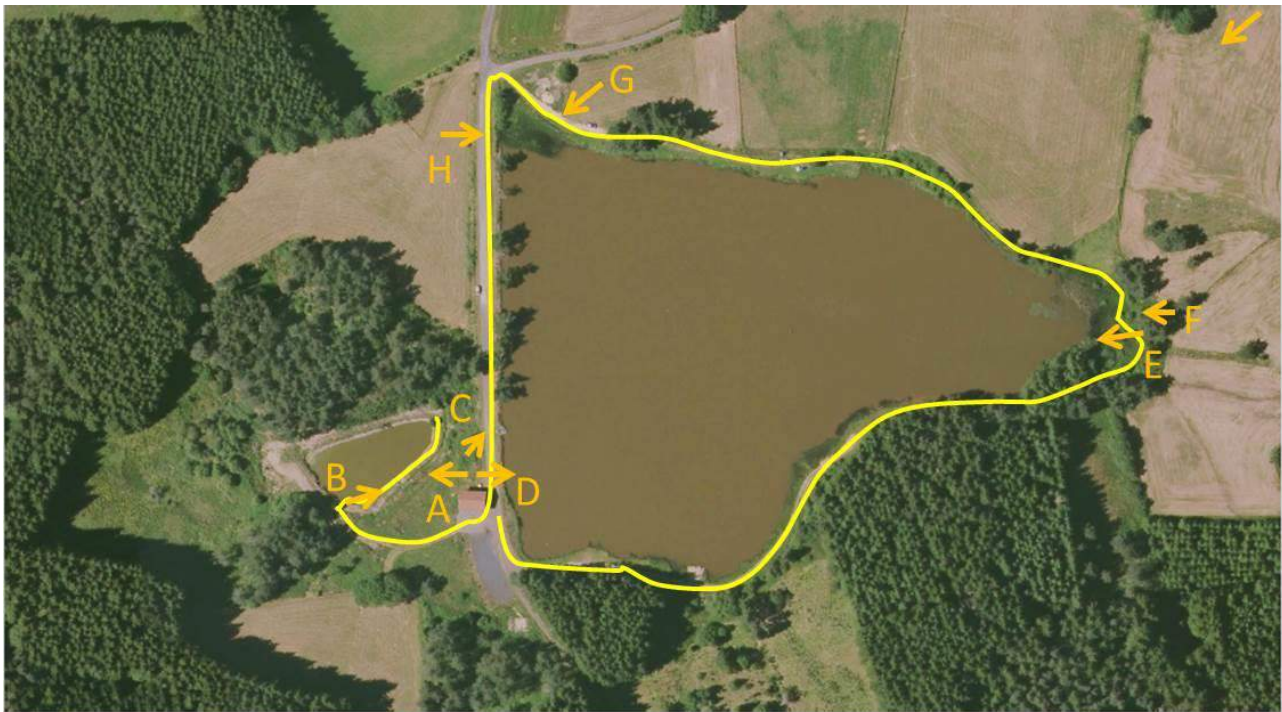
Cet étang est, comme l'expliquait Barbarin & Lefebvre (2016), dédié à la pêche (poissons et écrevisses). Plusieurs pêcheurs étaient présents lors de notre visite, le 13 juin 2019. La prospection a été réalisée avec l'accord du propriétaire/gestionnaire (après qu'il ait vérifié toutefois que le filet à papillons n'était pas une épuisette).

Le site est entouré de pâtures (bovins), de boisements (plantations de conifères) et de prairies de fauche fleuries. Les berges sont globalement dépourvues d'hélophytes même si des prêles (*Equisetum* sp.), des glycéries (*Glyceria* sp.), des carex (*Carex* sp.), des comarets (*Comarum palustre*), ou des scirpes (*Eleocharis palustris*) sont présents ici et là. Une belle tache de prêlaie s'étend toutefois dans l'angle nord-ouest du bassin. De même, la queue d'étang est effectivement bien végétalisée (prêlaie, typhaie, saulaie marécageuse).

Un petit bassin dépourvu de végétation et aux berges abruptes est présent en contre-bas de l'angle sud-ouest de l'étang principal.

Les dix espèces de libellules observées furent :

- *Calopteryx splendens* (1 mâle)
- *Sympecma fusca* (1 mâle, 2 femelles, tandem)
- *Ischnura elegans* (≥ 50)
- *Enallagma cyathigerum* (≥ 50 , tandems)
- *Coenagrion puella* (≥ 50 , tandems)
- *Erythromma najas* (1 mâle)
- *Pyrrhosoma nymphula* (≥ 10 , tandem)
- *Platycnemis pennipes* (200-300 individus, émergences, tandems)
- *Anax parthenope* (1 mâle)
- *Libellula quadrimaculata* (≥ 3 individus)



0 10 20 30 40 50m

Échelle : 1:2 133



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017
Projection : Web Spherical Mercator



Figure 146 : Vacheresse. (En haut) Image satellite (Source : CRAIG). (En bas) Vue de l'étang et de son contexte paysager. (13.vi.19).



Figure 147 : Vacheresse. (A, B) Petit bassin périphérique. (C) Berge aménagée pour la circulation et la pêche. (D) Vue de l'étang. (E) Saulaie et prêlaie en queue d'étang. (F) Roselière. (G, H) Prêlaie de l'angle nors-ouest. (13.vi.19).

RESULTATS - 4^{EME} PARTIE : *LEUCORRHINIA DUBIA*

1. Suivi de l'espèce à Balayoux

a. Conditions météorologiques lors des prospections

Tableau 22 : Conditions météorologiques lors de nos passages à Balayoux.

Année	2018				2019		
	21/06	17/07	06/08	20/08	24/06	02/07	22/07
Heures	12h-14h	15h-19h30	13h-16h50	15h-16h	11h-15h	15h10-17h40	11h40-15h30
Durée	2h	4h30	3h50	1h	4h	2h30	3h50
T°C	18	19	22	21	19	27	18-25
% nuages	75-100	25-50	25-50	0-25	50-75	50-75	0
Vent	2	1	0	1	3	2-3	0
Remarque	Gouille à <i>L. dubia</i> non prospectée					Forte averse de grêle au cours de la nuit précédant la visite	Canicule

b. Description du site

La description générale de la tourbière de Balayoux a été donnée dans la section Méthodologie. Cette tourbière n'est pas pâturée. Son intérêt pour la Leucorrhine douteuse réside uniquement en une large fosse de tourbage (Figures 148, 150) où, le 19 août 2015, Nathanaël Lefebvre avait découvert 21 exuvies de *L. dubia*, confirmant la présence et la reproduction de l'espèce (Barbarin & Lefebvre, 2016). Toutes nos observations odonatologiques ont été réalisées autour de cette fosse (Lat./Long. : 766,759/6497,622 ; Altitude : 1386 m).

Celle-ci est de forme approximativement rectangulaire avec une longueur de 13 mètres et une largeur de 5,5 mètres environ (~58 m²). Son creusement est probablement récent car ses berges sont presque entièrement dépourvues d'hélophytes (*Carex*, *Eriophorum*...) et de sphaignes (*Sphagnum* sp.). De même, toute sa surface est libre (pas de végétation flottante). En son bord, la profondeur varie de 45 centimètres à un mètre ; les berges sont abruptes. Sa bordure sud est toutefois en pente plus douce et la profondeur s'installe donc plus progressivement. C'est là que les sphaignes ont le mieux recolonisé la fosse. En son centre, la profondeur est d'environ 1,5 m. Toutefois, le niveau d'eau a pu varier de ± 30 centimètres en fonction de la période de l'année et des précipitations. Le substrat est tourbeux avec quelques roches ici ou là.



Figure 148 : Fosse à *Leucorrhinia dubia* dans la tourbière de Balayoux, vue depuis la bordure sud (22.vii.19).



0 10 20 30 40 50m

Échelle : 1:2 133



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator



0 2 4 6 8 10m

Échelle : 1:533



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 149 : Tourbière de Balayoux. Images satellite du site. *En haut* : Vue générale. *En bas* : Secteur sud avec la fosse à *Leucorrhinia dubia*. (Source : CRAIG).

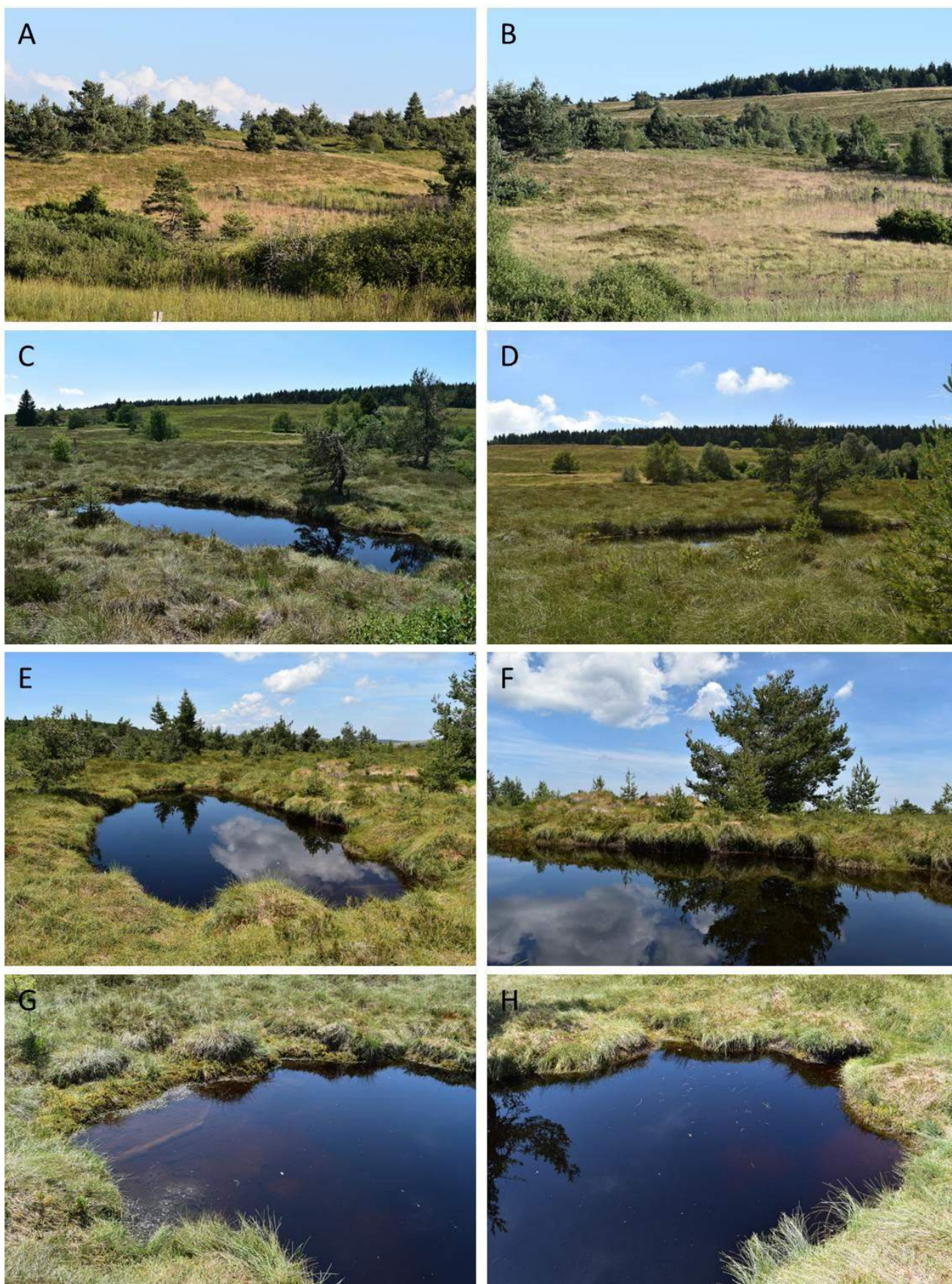


Figure 150 : Tourbière de Balayoux. (A, B) Secteur nord du site. (C-H) Différentes vues de la fosse de tourbage, de son environnement et de ses berges. [17.vii.18 (A, B, D), 22.vii.19 (C, E-H)].

c. *Libellules observées*

Au cours de nos sept visites, 12 espèces d'odonates ont été détectées, dont *Somatochlora arctica* uniquement à l'aide d'une exuvie (Tableaux 23, 24). Seule la Leucorrhine douteuse était citée du site par Barbarin & Lefebvre (2016). Il n'y a pas de données odonatologiques concernant de façon certaine ce site et disponibles sur le site web « Faune-Auvergne ».

Tableau 23 : Odonates observés lors de nos prospections à Balayoux en 2018 et 2019. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle.

Espèces	2018				2019		
	21/06	17/07	06/08	20/08	24/06	02/07	22/07
1 <i>Lestes sponsa</i>			2m	2m			
2 <i>Lestes dryas</i>			1f				
3 <i>Pyrrhosoma nymphula</i>		8	8-10, 2 cadavres, T, P	5-10	15 ind., 1 émerg., T, P	5 ind., 1 émerg., T, P	≥5 ind.
4 <i>Enallagma cyathigerum</i>		4m, 1f, T, P (immergée)	5-10m, 1f, T		≥3m	1m	
5 <i>Coenagrion puella</i>			1f	2m			8 ind., 3T, P
6 <i>Aeshna cyanea</i>			1m	1m			
7 <i>Aeshna juncea</i>		2m	~5m	3-4m, 1-2f T, P			2m, 1f, 1f émerg.
8 <i>Anax imperator</i>					1 ind. (transit)		
9 <i>Lib. quadrimaculata</i>		2 ind.			1f, P	1m	1m, 1f, T, P
10 <i>Lib. depressa</i>					1m, 1f, T, P		
11 <i>Leuc. dubia</i>		10m, ≥ 5 cadavres (noyés), ≥2T, ≥2f, P	5m, 2f, P	1 cadavre (araignée)	≥5m, 2T, 15 émerg. (dont 9 ratées)	15m, 5T, 4 émerg. (dont 2 ratées), 3 larves émerg., ≥2 cadavres (noyés)	>25m, 5T, ≥3 cadavres (noyés), 1f P
Total (nb. espèces)	0	5	8	6	6	4	5

Tableau 24 : Nombre, sexe et identité des exuvies collectées à Balayoux en 2018 et 2019. M = Mâle, F = femelle.

Date	<i>Aeshna juncea</i>		<i>Leucorrhinia dubia</i>		<i>Lib. quadrimaculata</i>		<i>Som. arctica</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F	M	F	M	F		
17-07-18	16	12	164	204		4		1	180	221
06-08-18	2	4	39	60		1			41	65
20-08-18		1	3	2					3	3
24-06-19			171	210	4	1			175	211
02-07-19			15	14					15	14
22-07-19	6	10	54	100					60	110
Total	24	27	446	590	4	6		1	474	624

d. Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse

Leucorrhinia dubia n'a été trouvée qu'au niveau de la fosse de tourbage ou de sa proximité immédiate. Entre ≥ 5 et ≥ 25 mâles territoriaux ont été comptés lors de nos visites, leur nombre étant plus important en juillet. Toutefois, ces chiffres ne sont pas représentatifs des effectifs ayant émergé en 2018 et 2019 puisque 1036 exuvies ont été ramassées. Le sexe-ratio à l'émergence est de 0,76 (=446/590) en faveur des femelles. Des tandems et des pontes ont été fréquemment observés, confirmant l'attrait que cette fosse continue à avoir pour l'espèce. De même, des sondages à l'épuisette ont permis de documenter plusieurs dizaines de larves de différents stades. Les densités les plus élevées semblaient présentes le long des berges.

2. Suivi de l'espèce à Baracuchet

a. Conditions météorologiques lors des prospections

Tableau 25 : Conditions météorologiques lors de nos passages à Baracuchet.

Année	2018					2019		
Jour/mois	21/06	10/07	17/07	06/08	20/08	17/06	02/07	22/07
Heures	18h-20h	11h50-19h45	9h45-14h10	17h30-20h30	10h-13h20	10h30-18h	10h15-14h	17h-19h45
Durée	2h	7h55	4h25	3h	3h20	7h30	3h45	2h45
T°C	21	17-19	17	22	17	16-23	17-22	28
% nuages	25-50	50-75	0-25	100	0	0	0-25	0-25
Vent	1	1	1	1	1	1	1	1
Remarque	Fosse à <i>L. dubia</i> non prospectée							Canicule

b. Description du site

La description générale de la tourbière de Baracuchet a été donnée dans la section Méthodologie. Une partie du secteur boisé au sud de la tourbière est pâturée par des bovins. Comme l'expliquent Barbarin & Lefebvre (2016), « sur cette tourbière, les faciès demeurent très secs (touradons). (...) Par contre, au niveau de l'unique fosse, de quelques dizaines de m², qui a été recréée en 2006 par le CEN Auvergne, la Leucorrhine douteuse est présente. »

Cette fosse a une forme de triangle plus ou moins équilatéral. Ses côtés mesurent entre 15 et 18 mètres environ et sa surface couvre environ 45 m² (Lat./Long. : 771,413/6497,951 ; Altitude : 1246 m). Le long de sa bordure, la profondeur varie entre 20 centimètres (à l'est) et 80 centimètres (côté ouest). Le fond présente en effet une inclinaison est-ouest plus ou moins régulière. Sa profondeur maximale est d'environ 1 m, dans l'angle sud-ouest. Les sphaignes (immergées et émergées) ont colonisé l'ensemble du périmètre et forment des tapis flottants bien développés, notamment au niveau des angles sud-est et sud-ouest. Toutefois, près des 2/3 de la surface est en eau libre. Des taches de *Carex* (principalement *Carex canescens*, *C. nigra*, *C. rostrata*) et de Linaigrettes (*Eriophorum vaginatum*) sont présentes dans les angles sud-est et nord-ouest, ainsi que quelques joncs isolés ici et là le long des berges. Bien que située à l'extrémité est d'un petit boisement et qu'entourée de ligneux de diverses tailles (Bouleaux, Pins...), la fosse est bien ensoleillée.

La Grenouille rousse, *Rana temporaria*, et le Triton palmé, *Lissotriton helveticus* ont été notés.



Figure 151 : Fosse à *Leucorrhinia dubia* de la Tourbière de Baracuchet, vue depuis son côté nord. (17.vi.19).

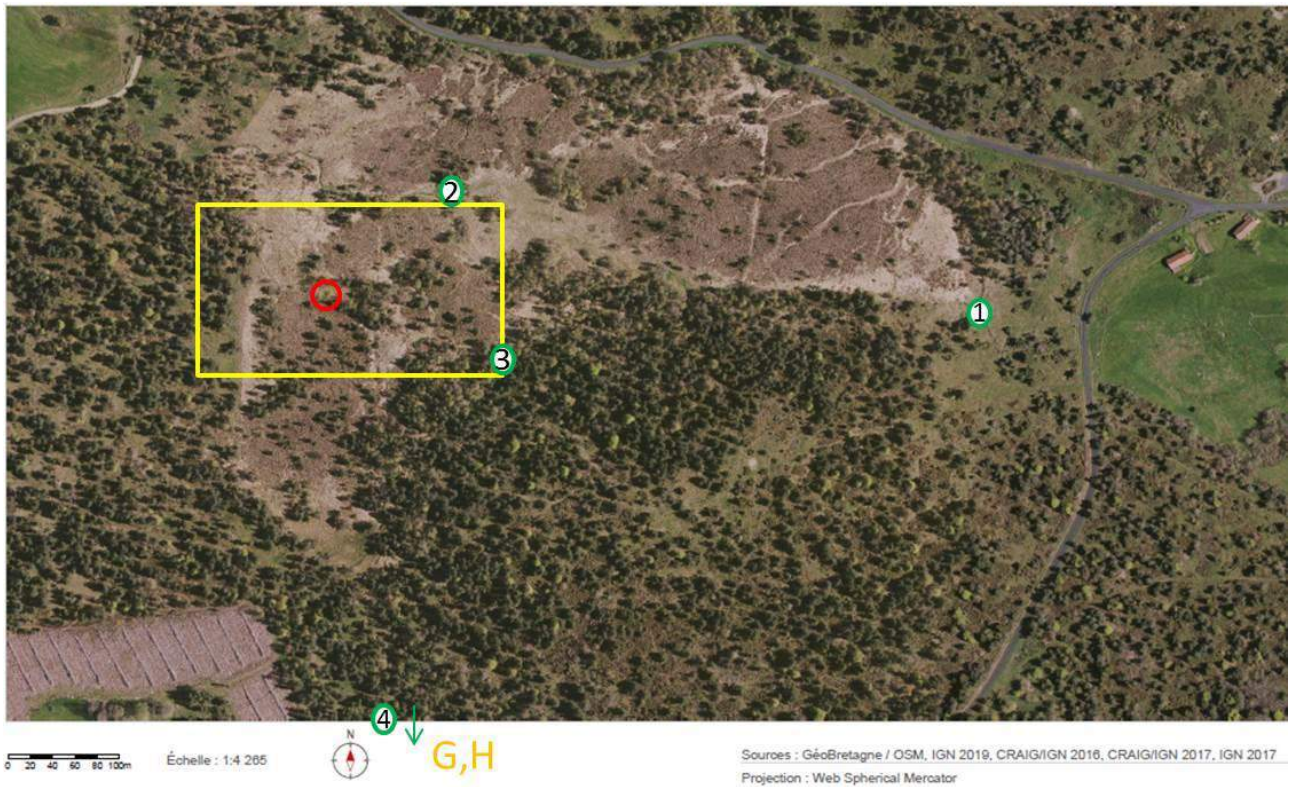


Figure 152 : Tourbière de Baracuchet. Images satellite du site. *En haut* : Vue générale. *En bas* : Secteur avec la fosse à *Leucorrhinia dubia*. Les chiffres encadrés de vert correspondent à des observations odonatologiques (voir texte). Les lettres correspondent aux photographies de la Figure 155. (Source : CRAIG).



Figure 153 : Image satellite de la fosse aménagée pour les odonates dans la Tourbière de Baracuchet. Les lettres correspondent aux photographies de la Figure 155. (Source : CRAIG).



Figure 154 : Vue de la berge ouest bien végétalisée de la fosse principale (*Sphagnum*, *Eriophorum*, *Carex*, ...). (10.vii.18).



Figure 155 : Tourbière de Baracuchet. (A) Paysage caractéristique. (B) Fosse aménagée en faveur des odonates. (C) Vue de la berge est. (D) Angle sud-ouest de la fosse. (E) Angle sud-est. (F) Angle nord-ouest. (G) Prairie humide située en contexte forestier au sud de la tourbière et où (H) de nombreux arbres déracinés sont présents. [17.vi.19 (A, B), 02.vii.19 (C, D), 22.vii.19 (E, F), 17.vii.18 (G, H)].

c. *Libellules observées*

Les observations cumulées de nos huit visites concernent 16 espèces d'odonates (Tableaux 26, 27).

La majorité des observations odonatologiques ont été réalisées autour de la fosse aménagée par le CEN Auvergne. Quelques données supplémentaires proviennent des petits ruisseaux qui coulent d'est en ouest au sein de la tourbière (Figure 152), ainsi que d'une prairie humide partiellement inondée et aux nombreux arbres déracinés au sud de la tourbière (Figures 154G, 154H). Ces observations concernaient :

- (1) *Sympetrum sanguineum* et *Pyrrhosoma nymphula* (771,991/6497,937)
 - (2) *Sympecma fusca* (Lat./long. 771,511/6498,04)
 - (3) *Sympecma fusca* et *Cordulegaster boltonii* (771,508/6497,883)
 - (4) *Sympetrum flaveolum* (771,468/6497,513) et, autour de l'eau accumulée dans les trous laissés par les arbres déracinés, *Pyrrhosoma nymphula*.
- [Les chiffres correspondent aux points de la Figure 152].

A l'exception de *Pyrrhosoma nymphula*, les autres espèces n'ont pas été détectées autour de la fosse principale.

A Baracuchet, Barbarin & Lefebvre (2016) avaient observé cinq espèces : *Aeshna cyanea*, *Aeshna juncea*, *Libellula quadrimaculata*, *Pyrrhosoma nymphula* et *Leucorrhinia dubia*. Francez & Durand (1993), quant à eux, ne signalaient que *Pyrrhosoma nymphula*. Il n'y a pas de données odonatologiques concernant cette tourbière sur le site web « Faune-Auvergne ».

Tableau 26 : Nombre, sexe et identité des exuvies collectées à Baracuchet en 2018 et 2019. M = mâle, F = femelle.

Date	<i>Aeshna juncea</i>		<i>Leucorrhinia dubia</i>		<i>Lib. quadrimaculata</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F	M	F		
10-07-18	4	1	2	6	5	14	11	21
17-07-18		1				3	0	4
06-08-18		2	3	7	2		5	9
20-08-18					2		2	0
17-06-19			211	262	22	39	233	301
02-07-19	2	2	5	3	1	2	8	7
22-07-19	9	11		1		1	9	13
Total	15	17	221	279	32	59	268	355

Tableau 27 : Odonates observés lors de nos prospections à Baracuchet en 2018 et 2019. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle.

Espèces	2018					2019		
	21/06	10/07	17/07	06/08	20/08	17/06	02/07	22/07
1 <i>Lestes sponsa</i>		1m	1f	2f				1f
2 <i>Lestes dryas</i>		2m, 1f	2f, 5m	1m cadavre (araignée)				
3 <i>Lestes virens virens</i>				1m				
4 <i>Sympecma fusca</i>		1 ind.		1m, 1f				
5 <i>Pyrrhosoma nymphula</i>		8 ind., T, P, 2 cadavres (obs. aussi ailleurs sur le site)	8-10 ind., T (obs. aussi ailleurs sur le site)	1 cadavre (araignée)		≥10 ind., T	2m, 1f, T	4 ind., 1 cadavre (araignée)
6 <i>Coenagrion puella</i>		2m, 1 m immature, 1 cadavre	5m, 1f, T			3T, 1m immature	5m, 1f immature	3m, 1f immature
7 <i>Aeshna cyanea</i>		1f P			2m			
8 <i>Aeshna juncea</i>			1m	3 ind.	2m, 1f, P		1f émerg.	1m, 2 cadavres (noyés)
9 <i>Anax imperator</i>							1f, P	
10 <i>Lib. quadrimaculata</i>		2m, 1f T, 1 cadavre	6 ind., T			≥6 ind.	2m, 1f émerg.	3m
11 <i>Lib. depressa</i>						1m		
12 <i>Leucorrhinia dubia</i>		6-8m, 2f P, 3T	6-8m, ≥7f, 6T, 2P, ≥5 cadavres (noyés)			≥60ind., ≥25T, ≥5 émerg., P	≥32m, 4f, 7T, P, ≥1 cadavre (noyé)	≥10m, 2T, P, 3 cadavres (araignée, noyé)
13 <i>Cordulegaster boltonii</i>								1 (lisière forêt)
14 <i>Sympetrum danae</i>					1f			
15 <i>Sympetrum sanguineum</i>		1m (ruisseau entrée)						
16 <i>Symp. flaveolum</i>			1m					
Total (nb. espèces)	0	9	8	6	3	5	6	7

d. Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse

Leucorrhinia dubia a été trouvée presque uniquement au niveau de la fosse de tourbage ou de sa proximité immédiate. Seule une femelle mature a été notée à environ 380 mètres au sud-est de la mare, posée dans une petite zone ouverte du boisement sud (sans point d'eau proche).

Entre ≥6 et ≥60 mâles territoriaux ont été comptés lors de nos visites. Le pic d'émergence semble avoir lieu entre la mi-juin et la mi-juillet. Comme à Balayoux, le nombre d'imagos observés n'est pas représentatif des effectifs ayant émergé en 2018 et 2019 puisque 500 exuvies ont été ramassées. Le sexe-ratio à l'émergence est de 0,8 (=221/279) en faveur des femelles. Des tandems et des pontes ont été fréquemment observés, confirmant l'attrait que cette fosse continue à avoir pour l'espèce. De même, des sondages à l'épuisette ont permis de documenter plusieurs dizaines de larves de différents stades. Les densités les plus élevées étaient rencontrées dans les sphaignes immergées le long des berges.

3. Suivi de l'espèce à Pradoux

a. Conditions météorologiques lors des prospections

Tableau 28 : Conditions météorologiques lors de nos passages à Pradoux. La ligne « Remarque » indique les zones de la tourbière où les exuvies ont été recherchées avec attention.

Année	2018			2019		
	13/07	04/08	20/08	24/06	09/07	29/07
Heures	13h30-19h	12h20-18h20	18h50-19h50	18h30-21h10	13h30-18h30	12h-17h20
Durée	5h30	6h	1h	2h40	7h	5h20
T°C	18	20	20	23	18	25
% nuages	75-100	25-50	0-25	0-25	>75 jusqu'à 15h puis se dégage (<5 en fin)	0
Vent	1	2	1	1	2	1
Remarque : Zones prospectées	Gouilles à <i>L. dubia</i>	Gouilles à <i>L. dubia</i> + partie basse (Milieu et Bas)	Gouilles à <i>L. dubia</i> + partie basse (Milieu et Bas)	Gouilles à <i>L. dubia</i> + partie basse (Milieu et Bas)	Gouilles à <i>L. dubia</i> + partie basse (Milieu et Bas)	Gouilles à <i>L. dubia</i> + partie basse (Milieu et Bas)

b. Description du site et utilisation par les libellules

La description générale de la tourbière de Pradoux a été donnée dans la section Méthodologie. Elle est pâturée par des bovins. Comme l'expliquent Barbarin & Lefebvre (2016) : « il s'agit d'une des rares tourbières sur laquelle des fosses de tourbage ont été creusées par le passé. Aussi, certaines d'entre elles sont toujours présentes et en eau, bien qu'elles semblent s'être fortement refermées par la progression de la végétation. »

La tourbière n'est pas utilisée de façon homogène par les sept espèces d'odonates détectées au cours de nos prospections (Tableau 29). Ainsi, dans un but purement pratique, nous l'avons divisée en trois secteurs : « Pradoux-Gouilles », « Pradoux-Milieu » et « Pradoux-Bas ».

Le secteur « Pradoux-Gouilles » (Lat./Long. : 764,443/6503,694 ; Altitude : 1433 m) correspond aux anciennes fosses de tourbage présentes sur le site (Figures 156-158, 160-165). Ces dernières possèdent des formes très irrégulières. Il y en a six principales accompagnées de quelques trous périphériques de faible taille et souvent dépourvus d'eau.

La plus grande gouille (la bleue de la Figure 160) s'étend sur un peu plus de 20 mètres et couvre environ 40 m². Sa surface et ses bords sont presque entièrement recouverts de sphaignes (*Sphagnum* spp.) et autres bryophytes. La proportion d'eau libre est inférieure à 10%. La profondeur varie de 20 à 90 centimètres environ mais est de 80 centimètres en général. La diversité en hélophytes est non négligeable (*Carex canescens*, *C. pauciflora*, *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, etc.). C'est autour de cette fosse qu'a été ramassée la grande majorité des exuvies de *Leucorrhinia dubia* (Tableau 30). De même, la majorité des mâles territoriaux et des femelles occupées à pondre y ont été observés. Elle présente également un attrait pour d'autres espèces : *Aeshna juncea* (exuvies, mâles territoriaux, femelles à la ponte), *Somatochlora arctica* (mâle territorial le 29 juillet 2019), *Sympetrum flaveolum* (un couple à la ponte, le 29 juillet 2019), *Pyrrhosoma nymphula* (régulièrement notée dont des tandems à la ponte) et *Coenagrion puella* (unique spécimen, le 04 août 2018).

La seconde (la verte de la Figure 160) s'étend sur 7,5 mètres et couvre plus ou moins 12 m². Sa profondeur est faible (≤ 40 cm) et sa surface est complètement recouverte de sphaignes. En 2018, mais pas en 2019, quelques exuvies de *Leucorrhinia dubia* ont été trouvées le long des berges de cette gouille et des pontes y ont été notées. Par contre, des mâles territoriaux y ont été occasionnellement observés au cours des deux années.

Les 4 autres gouilles sont aussi de faible profondeur (≤ 40 cm le plus souvent). Certaines ne restent pas en eau tout l'été. L'une d'entre elles (la rouge de la Figure 160) présente un intérêt car des exuvies de *Somatochlora arctica* y ont été retrouvées. Sa longueur est d'environ 2 m et sa largeur maximale est de 90 centimètres. Son fond est couvert de sphaignes gorgées d'eau pouvant toutefois s'assécher partiellement au cours de l'été.

Le secteur « Pradoux-Milieu » correspond à une petite nappe d'eau permanente plus ou moins dégradée par le piétinement des bovins (Figure 159F) (Lat./Long. : 764,495/6503,5902 ; Surface : ± 20 m² ; Profondeur : 5-20 centimètres environ). Des exuvies de *Libellula depressa* et d'*Aeshna juncea* y ont été découvertes. Des mâles territoriaux d'*Aeshna juncea* la survolaient et c'est là qu'a été effectuée la seule observation de *Libellula quadrimaculata*. *Pyrrhosoma nymphula* est également présente. Enfin, des mâles de *Leucorrhinia dubia* en transit y ont parfois été notés.

A partir de cette zone, l'eau s'écoule doucement vers le sud, souvent sous la forme de simples suintements ou n'est visible que sous la forme de petites flaques (Figures 159H, 166). Seule une nappe plus importante est présente à environ 35 mètres du secteur « Pradoux-Milieu » (Lat./Long. : 764,494/6503,554 ; Surface : ± 30 m² ; Profondeur : 5-30 centimètres environ). Cette nappe et les écoulements d'eau qui la suivent forment le secteur appelé « Pradoux-Bas ».

La nappe d'eau est utilisée par *Aeshna juncea* (nombreuses exuvies, mâles territoriaux, femelles à la ponte) et les suintements par *Somatochlora arctica* (mâles territoriaux le 29 juillet 2019 ; très nombreuses exuvies). Une exuvie d'*Orthetrum coerulescens* a été découverte dans ce secteur (Tableau 30). Enfin, *Pyrrhosoma nymphula* y a été observée.

Le linéaire le long duquel des exuvies de *Somatochlora arctica* ont été trouvées est d'environ 70 mètres (Lat./Long. allant de 764,493/6503,54 à 764,486/6503,491).

Sur l'ensemble du site et sur les deux années de prospections, un total de 71 exuvies de *Somatochlora arctica* a été collecté au sein de la tourbière de Pradoux (Tableau 30).

Différents amphibiens ont été observés au sein de la tourbière de Pradoux : Grenouille rousse, *Rana temporaria*, Triton alpestre, *Ichthyosaura alpestris* et Triton palmé, *Lissotriton helveticus*.



Figure 156 : Fosse à *Leucorrhinia dubia* de la Tourbière de Pradoux. La zone boisée visible est celle du Bois des Reblats (13.vii.18).

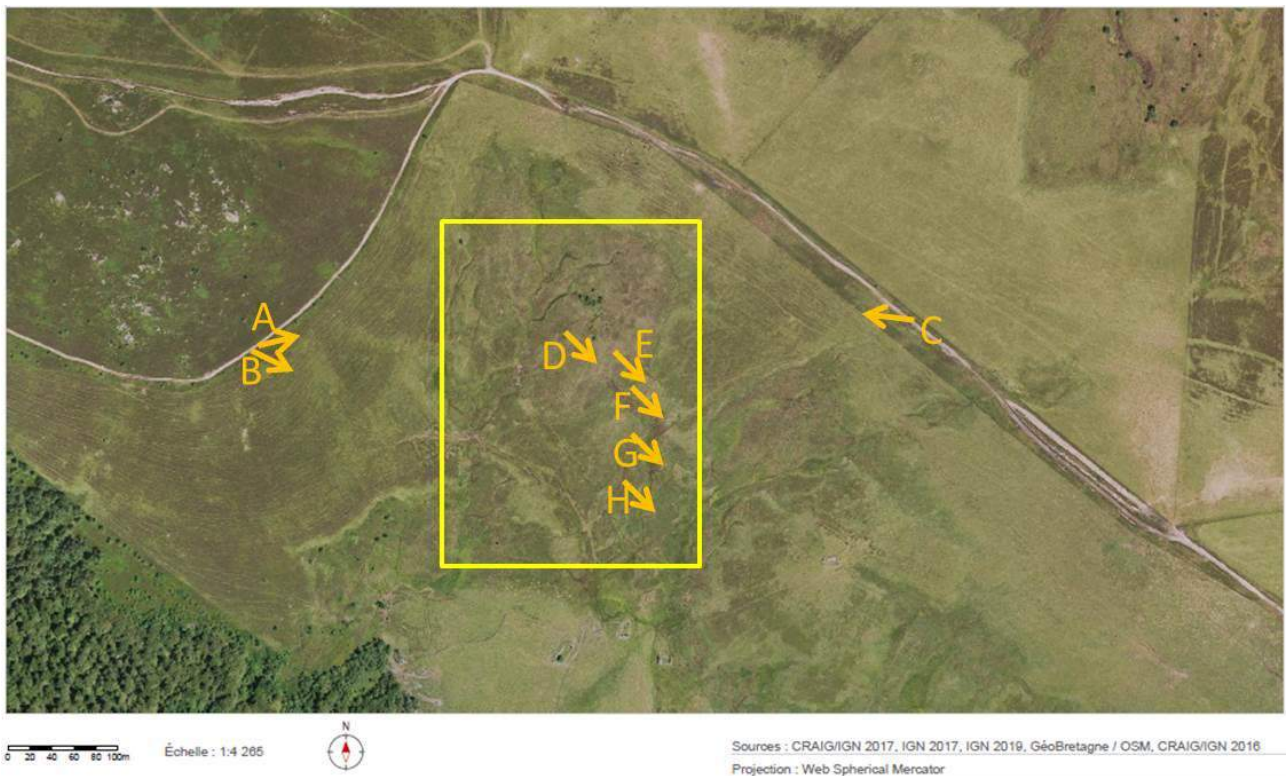


Figure 157 (ci-dessus) : Tourbière de Pradoux. Image satellite du site, vue générale. Le cadre jaune correspond au périmètre de la Figure 158. Les lettres correspondent aux photographies de la Figure 159. La zone boisée au sud est le Bois des Reblats. (Source : CRAIG).

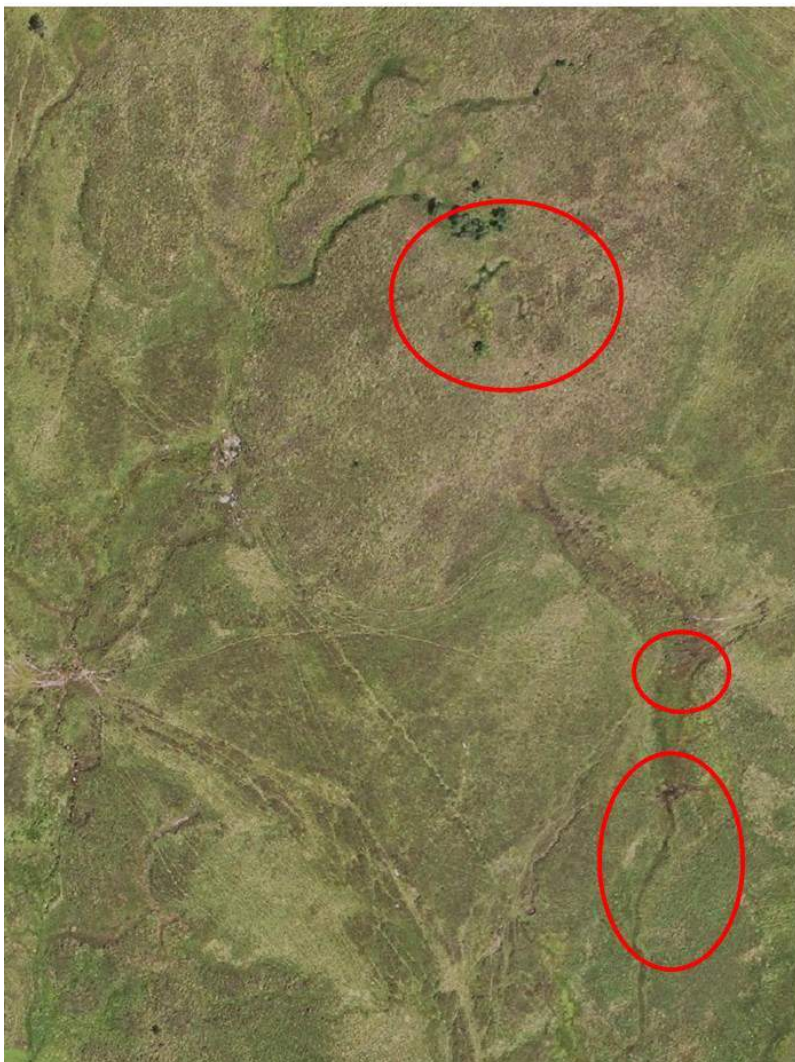


Figure 158 (ci-contre) : Tourbière de Pradoux. Image satellite du site. Périmètre au sein duquel ont été réalisées les observations odonatologiques. Au fur et à mesure de nos prospections et de nos découvertes, nous avons divisé le site en trois zones (cercles rouges) avec, du nord au sud : « Pradoux-Gouilles », « Pradoux-Milieu » et « Pradoux-Bas » (voir texte). (Source : CRAIG).

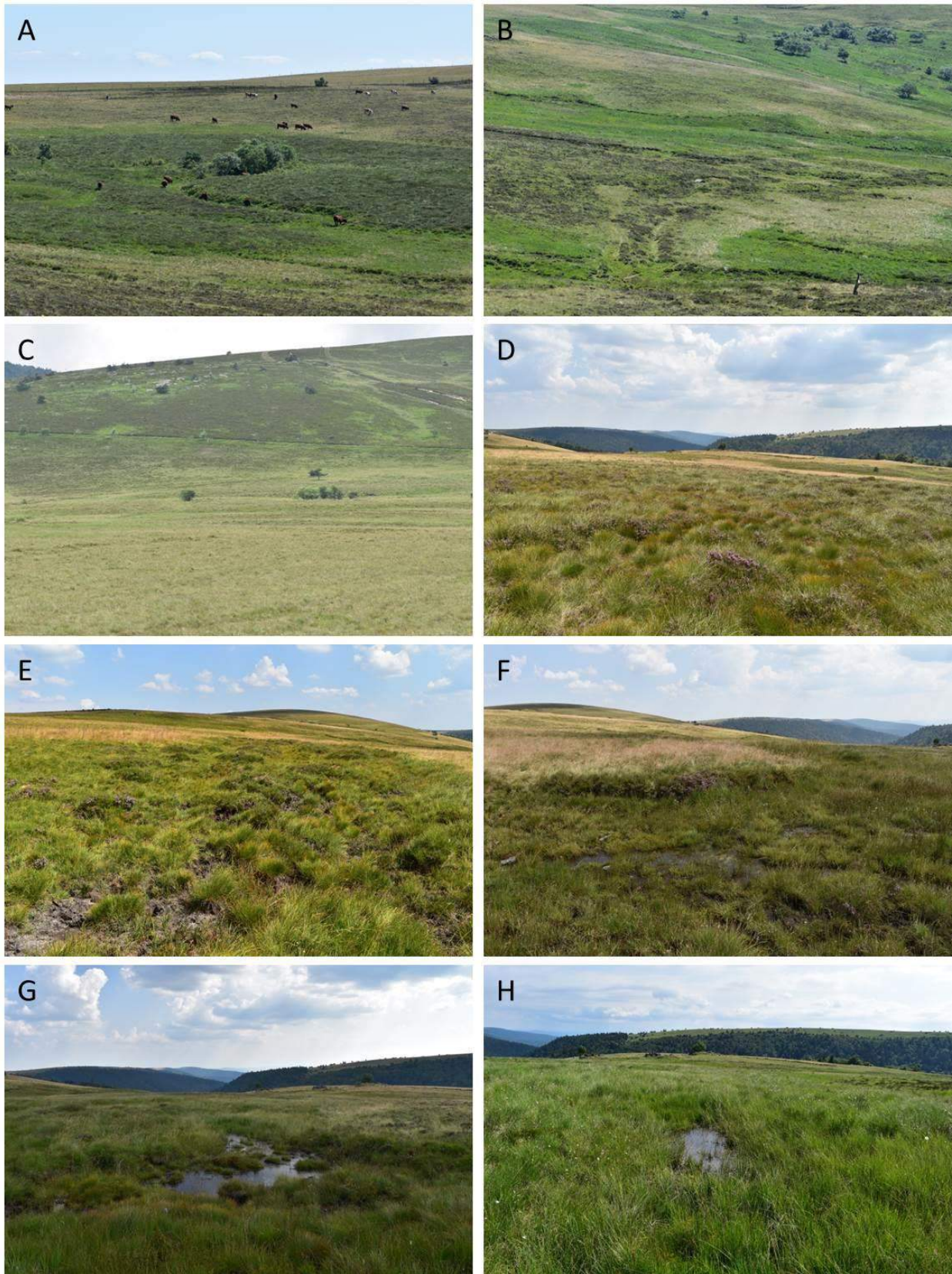


Figure 159 : Tourbière de Pradoux. (A-C) Vues générales de la tourbière. En A et C, le secteur où se trouvent les anciennes fosses de tourbage est localisable à l'aide du petit bosquet présent à proximité (visibles, notamment, sur les images satellites des Figures 158 et 160). (D) Zone sèche. (E) Zone où le piétinement des bovins crée des zones nues et de petites dépressions inondées uniquement en début de saison. (F) Secteur inondé de très faible profondeur (5 à 20 centimètres) mais toujours noté en eau. Cette zone a été dénommée « Pradoux-Milieu ». A partir de là, l'eau s'écoule doucement vers le sud, le plus souvent sous forme de simples suintements émanant de sphaignes ennoyées. (G) Autre secteur inondé de façon permante mais peu profond. (H) Eau s'écoulant vers le sud. G et H appartiennent au secteur appelé « Pradoux-Bas ». [29.vii.19 (A, B), 09.vii.19 (C, F), 04.viii.18 (D-E)].

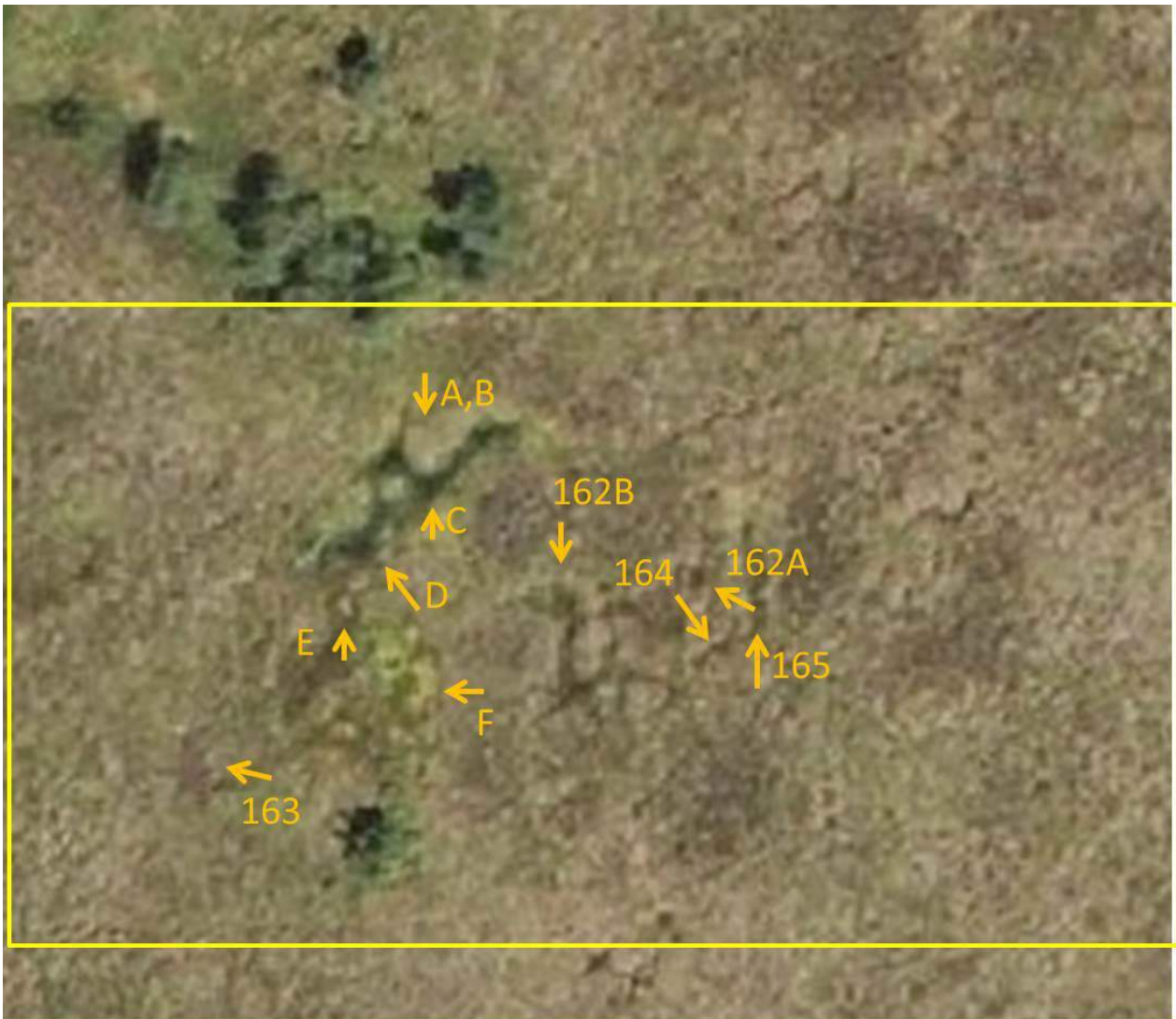


Figure 160 : Anciennes fosses de tourbage à Pradoux. Image satellite du secteur dénommé « Pradoux-Gouilles ». Les lettres A-F correspondent aux photographies de la Figure 161, et les chiffres 162 à 165 aux Figures 162 à 165. Le cadre jaune de la partie supérieure correspond au périmètre de la partie inférieure dans laquelle des couches colorées ont été ajoutées afin de mieux visualiser les principales gouilles. (Source : CRAIG).



Figure 161 : Ancienne fosse de tourbage à Pradoux. Cette fosse est illustrée en bleu dans la Figure 160. (A-F) Différentes vues permettant de visualiser la cicatrization de la fosse par les sphaignes. C'est autour de cette fosse qu'a été ramassée la grande majorité des exuvies de *Leucorrhinia dubia*. Des exuvies d'*Aeshna juncea* y ont également été trouvées. [13.vii.18 (A, D, E), 04.viii.18 (B), 29.vii.19 (C, F)].

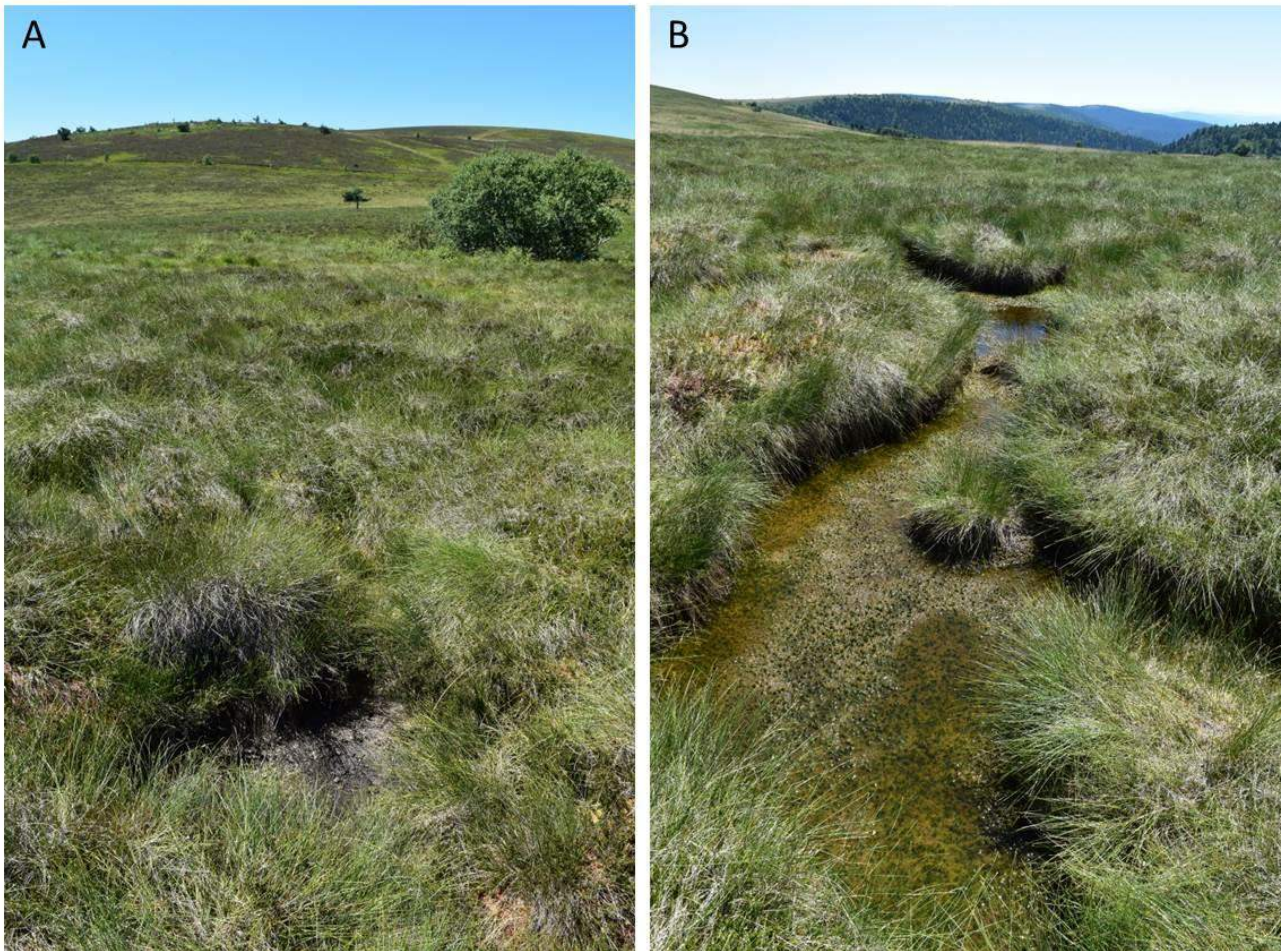


Figure 162 : Anciennes fosses de tourbage à Pradoux. (A) Fosse colorée en noir sur la Figure 160. Celle-ci n'a été vue contenant de l'eau qu'au début de 2018 [29.vii.19]. (B) Fosse colorée en vert sur la Figure 160. En 2018 (mais pas en 2019), quelques exuvies de *Leucorrhinia dubia* ont été trouvées le long des berges de cette gouille et des pontes ont été notées. Par contre, des mâles territoriaux ont été occasionnellement observés au cours des deux années. [29.vii.19].



Figure 163 : Ancienne fosse de tourbage à Pradoux. Fosse colorée en jaune sur la Figure 160. De faible profondeur, cette gouille n'a pas présenté d'intérêt pour *Leucorrhinia dubia* (pas d'exuvies, pas de pontes, pas d'imagos territoriaux observés). [04.viii.18].



Figure 164 : Ancienne fosse de tourbage à Pradoux. Fosse colorée en rouge sur la Figure 160. Les photographies A et B illustrent la même gouille mais le 13.vii.18 (A) et le 29.vii.19 (B). Cette gouille est en cours d'assèchement et présente au mieux des sphaignes gorgées d'eau. Autour de cette gouille, seules quelques exuvies de *Somatochlora arctica* ont été collectées (5 en 2018, 4 en 2019).



Figure 165 : Ancienne fosse de tourbage à Pradoux. Fosse colorée en violet sur la Figure 160. Les photographies A et B illustrent la même gouille mais le 04.viii.18 (A) et le 29.vii.19 (B), afin d'illustrer la variabilité de la quantité d'eau qu'elle contient. Aucune exuvie n'a été découverte le long des berges de cette gouille.



Figure 166 : Suintements du secteur « Pradoux-bas » autour desquels des exuvies de *Somatochlora arctica* ont été ramassées. [09.vii.19].

c. Libellules observées

Les observations cumulées de nos six visites concernent 7 espèces d'odonates (Tableaux 29, 30).

A Pradoux, Barbarin & Lefebvre (2016) avaient observé quatre espèces : *Pyrrhosoma nymphula*, *Aeshna juncea*, *Somatochlora arctica* et *Leucorrhinia dubia*. Il n'y a pas de données odonatologiques concernant cette tourbière sur le site web « Faune-Auvergne ».

d. Utilisation du site par la Leucorrhine douteuse

Comme expliqué au point b, presque toutes les observations de *Leucorrhinia dubia* ont été effectuées au niveau de la plus grande et plus profonde fosse de tourbage ou de sa proximité immédiate (Figure 161). Des mâles en transit ont toutefois été observés jusqu'à une centaine de mètres de cette gouille.

Entre ≥ 10 et ≥ 20 mâles territoriaux ont été comptés lors de nos visites. Au total, 262 exuvies ont été ramassées. Le sexe-ratio à l'émergence est de 0,63 (=101/161) en faveur des femelles. Des tandems et des pontes ont été fréquemment observés. De même, des sondages à l'épuisette ont permis de documenter plusieurs dizaines de larves de différents stades. Les densités les plus élevées étaient rencontrées dans les sphaignes immergées le long des berges.

Tableau 29 : Odonates observés lors de nos prospections à Pradoux en 2018 et 2019. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle. Les données concernant la partie basse, c'est-à-dire « Pradoux-Milieu » et « Pradoux-Bas » sont indiquées entre parenthèses.

Espèces		2018			2019		
		13/07	04/08	20/08	24/06	09/07	29/07
1	<i>Pyrrh. nymphula</i>	≥8 ind., T, P	≥5 ind., ≥4 cadavres (araignée)		1	≥10 ind., T (Partie basse : ≥ 1)	10 ind., T, P, 3 cadavres (Partie basse : ≥ 5, T)
2	<i>Coenagrion puella</i>		1m sombre				
3	<i>Aeshna juncea</i>	1m cadavre (émergence ratée)	(Partie basse : ≥2m, ≥4f, P)	1m, 3f P ; (Partie basse : 2m, 2f, P)		2f, 1 larve émerg.	1f émerg., 1 cadavre (noyé) (Partie basse : 3m)
4	<i>Somatochl. arctica</i>						≥1m (Partie basse : ≥ 4m)
5	<i>Lib. quadrimaculata</i>						1 ind. (partie basse)
6	<i>Leucorrhinia dubia</i>	≥10m, 3T, 1f P	≥5m, 1 cadavre		10 émerg. (dont 7 ratées)	≥20 ind., 2 émerg. (dont 1 ratée), ≥9T, ≥2 P, 4 cadavres (araignée, noyé) (2m en transit partie basse)	8-10m, 2f, 1T, P (2m en transit partie basse)
7	<i>Symp. flaveolum</i>						1m, 1f, T, P
Total (nb d'espèces)		3	4	1	2	3	6

Tableau 30 : Nombre, sexe et identité des exuvies collectées à Pradoux en 2018 et 2019. Le secteur où a été réalisée la collecte (Pradoux-Gouilles, Pradoux-Milieu et Pradoux-Bas) est précisé. M = mâle, F = femelle.

	<i>Aeshna juncea</i>		<i>Leucorrh. dubia</i>		<i>Libellula depressa</i>		<i>Libellula quadrim.</i>		<i>Orthetrum coerulescens</i>		<i>Somatochlora arctica</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F		
Pradoux-Bas	5	7			6	6			1		26	18	38	31
04-08-18	4	2			1	1					2	2	7	5
24-06-19					5	5							5	5
09-07-19											22	14	22	14
29-07-19	1	5							1		2	2	4	7
Pradoux-Mil.											6	11	6	11
09-07-19											6	11	6	11
Pradoux-G.	20	16	99	161			1	1			6	3	126	181
13-07-18	5	1	2	8			1	1			4	1	12	11
24-06-19			76	138									76	138
09-07-19	1	2	16	9							1	2	18	13
29-07-19	12	10	5	6							1		18	16
Pradoux-G. + Mil.	9	11	2		3	4					1		15	15
04-08-18	9	11	2		3	4					1		15	15
Total	34	34	101	161	9	10	1	1	1	0	39	32	185	238

4. Suivi de l'espèce à Pialoux

a. Conditions météorologiques lors des prospections

Tableau 31 : Conditions météorologiques lors de nos passages à Pialoux.

Année	2018				2019	
	21/06	17/07	06/08	20/08	24/06	22/07
Heures	14h-17h20	19h45-21h	11h30-13h	14h-14h30	15h30-16h30	10h-11h20
Durée	3h20	1h15	1h30	0h30	1h	1h20
T°C	20	18	22	21	19	18
% nuages	25-50	0-25	25-50	25-50	50-75	0
Vent	2	0	1	0	3	0
Remarque						Canicule, plusieurs gouilles sans eau

b. Description du site

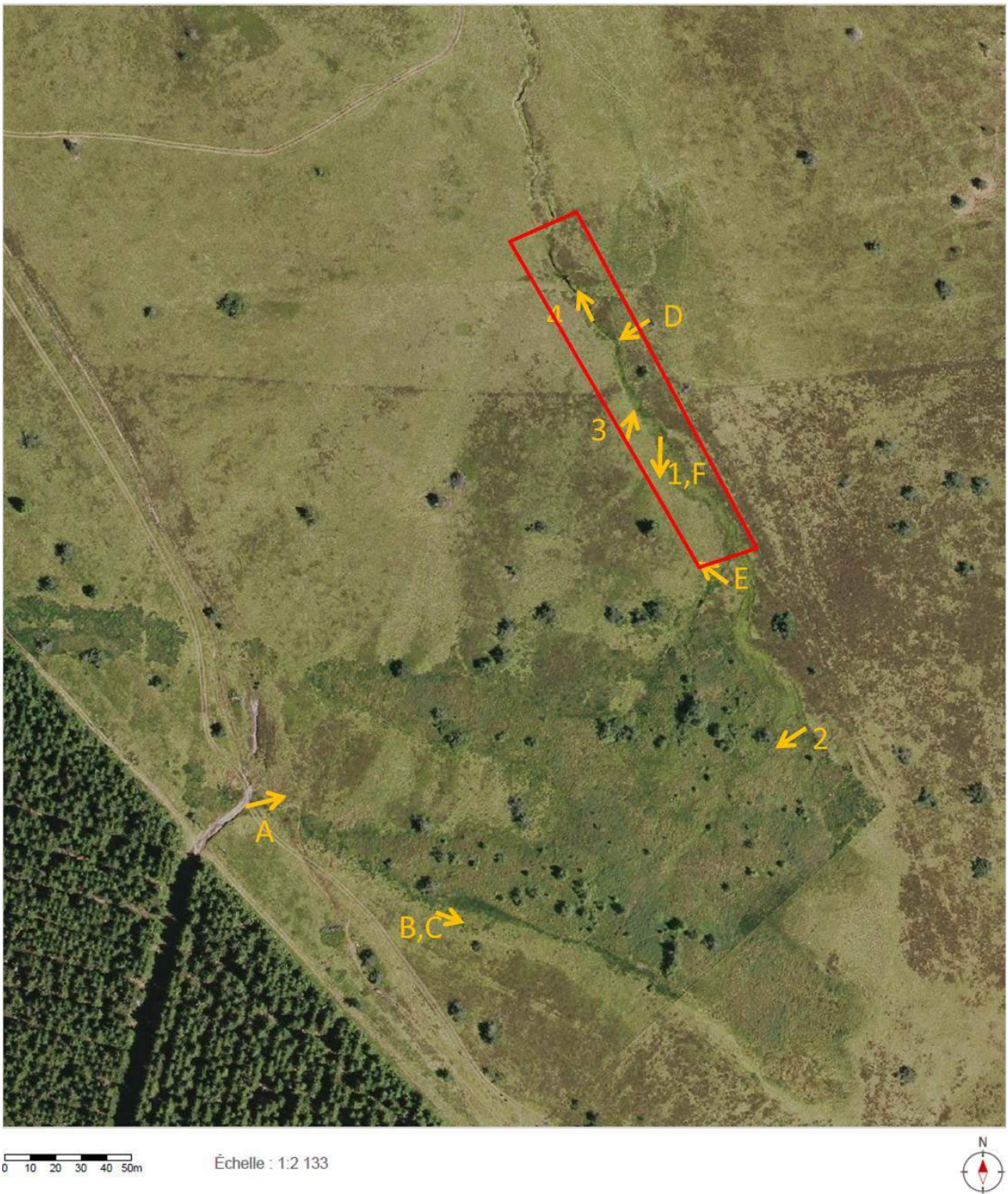
La description générale de la tourbière de Pialoux a été donnée dans la section Méthodologie. Ses abords sont pâturés par des ovins mais la tourbière elle-même n'est, *a priori*, pas utilisée.

Comme l'explique Barbarin & Lefebvre (2016) : « cette tourbière est à proximité immédiate de celle de Balayoux. Elle reste relativement sèche avec des boisements qui la parsèment. Le long de la rase/ruisseau qui la traverse, apparaissent des fosses avec de l'eau résiduelle (dans le contexte très sec de 2015) ».

Nos observations ont été réalisées au niveau des gouilles de la rase. Ces dernières ont tendance à s'assécher en été. En 2019 par exemple, la rase ne coulait pas ; l'eau ne subsistait qu'au fond de quelques gouilles.



Figure 167 : Gouille le long de la rase longeant la bordure ouest de la tourbière de Pialoux (21.vi.18).



Sources : GéoBretagne / OSM, IGN 2019, CRAIG/IGN 2016, CRAIG/IGN 2017, IGN 2017

Projection : Web Spherical Mercator

Figure 168 : Tourbière de Pialoux. Image satellite du site. Les lettres A à F correspondent aux photographies de la Figure 169. La lettre E correspond également à la Figure 171C-D. Enfin, les chiffres 1 à 4 correspondent respectivement aux photographies des figures 167, 170A-C, 171A-B et 170B. Le cadre rouge indique le secteur de la rase où ont été collectées 50 exuvies de *Somatochlora arctica*. (Source : CRAIG).

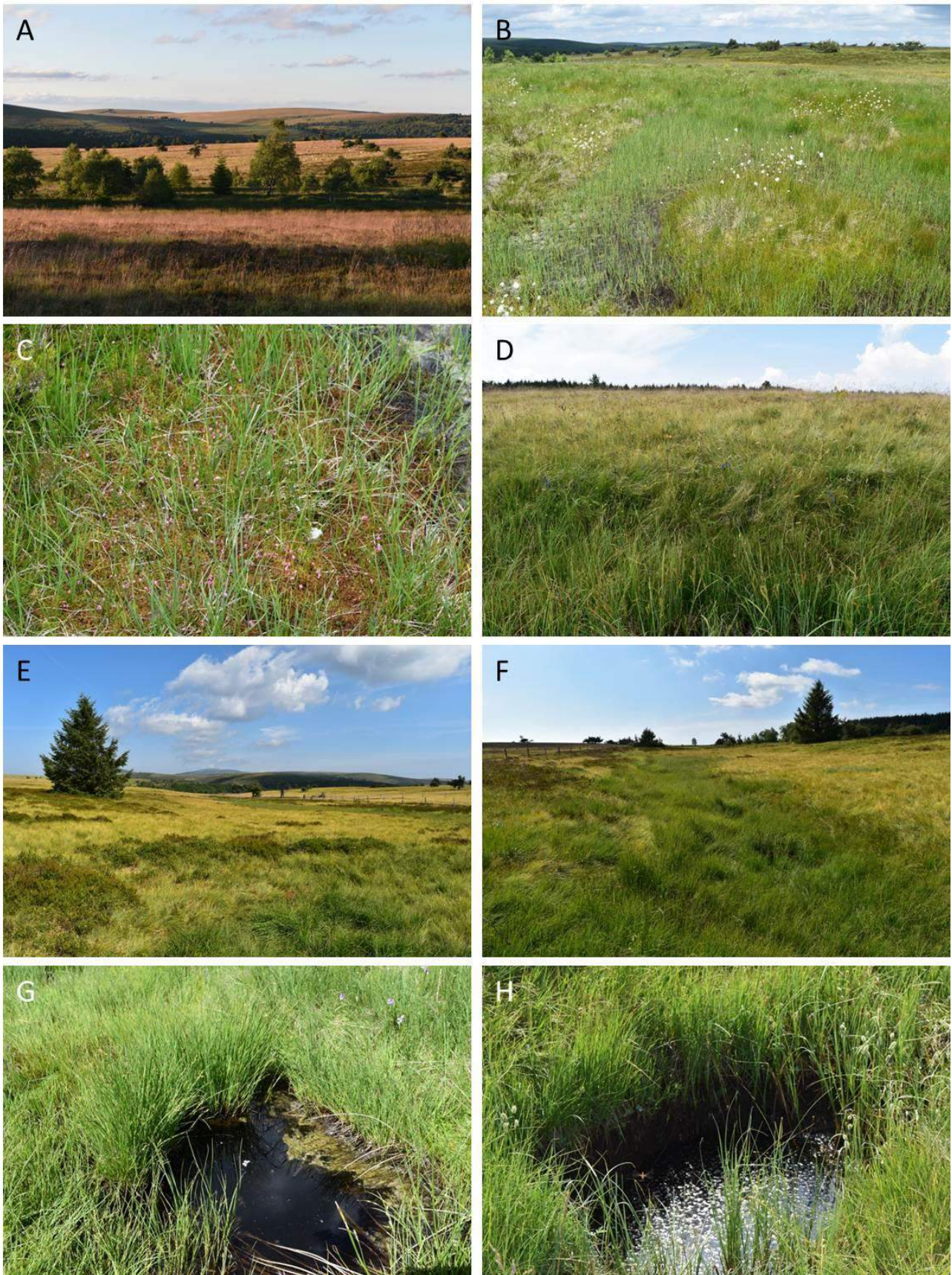


Figure 169 : Tourbière de Pialoux. (A) Vue générale. (B) Petites flaques tourbeuses périphériques. (C) Végétation composée, entre autres, de *Sphagnum* sp., de Droséra, *Drosera rotundifolia*, d'Andromède, *Andromeda polifolia*, et de Canneberge, *Oxycoccus* sp. (D) Bord de la rase. Des *Gentiana pneumonanthe*, *Gentiana pneumonanthe*, sont en fleur. (E) Bordure ouest de la tourbière. (F) Rase bordant la tourbière. (G-H) Gouilles. [17.vii.18 (A), 21.vi.18 (B, C, G), 06.viii.18 (D), 22.vii.19 (E, F, H)].



Figure 170 : Gouilles asséchées à la Tourbière de Pialoux. [22.vii.19 (A, C), 06.viii.18 (B)].

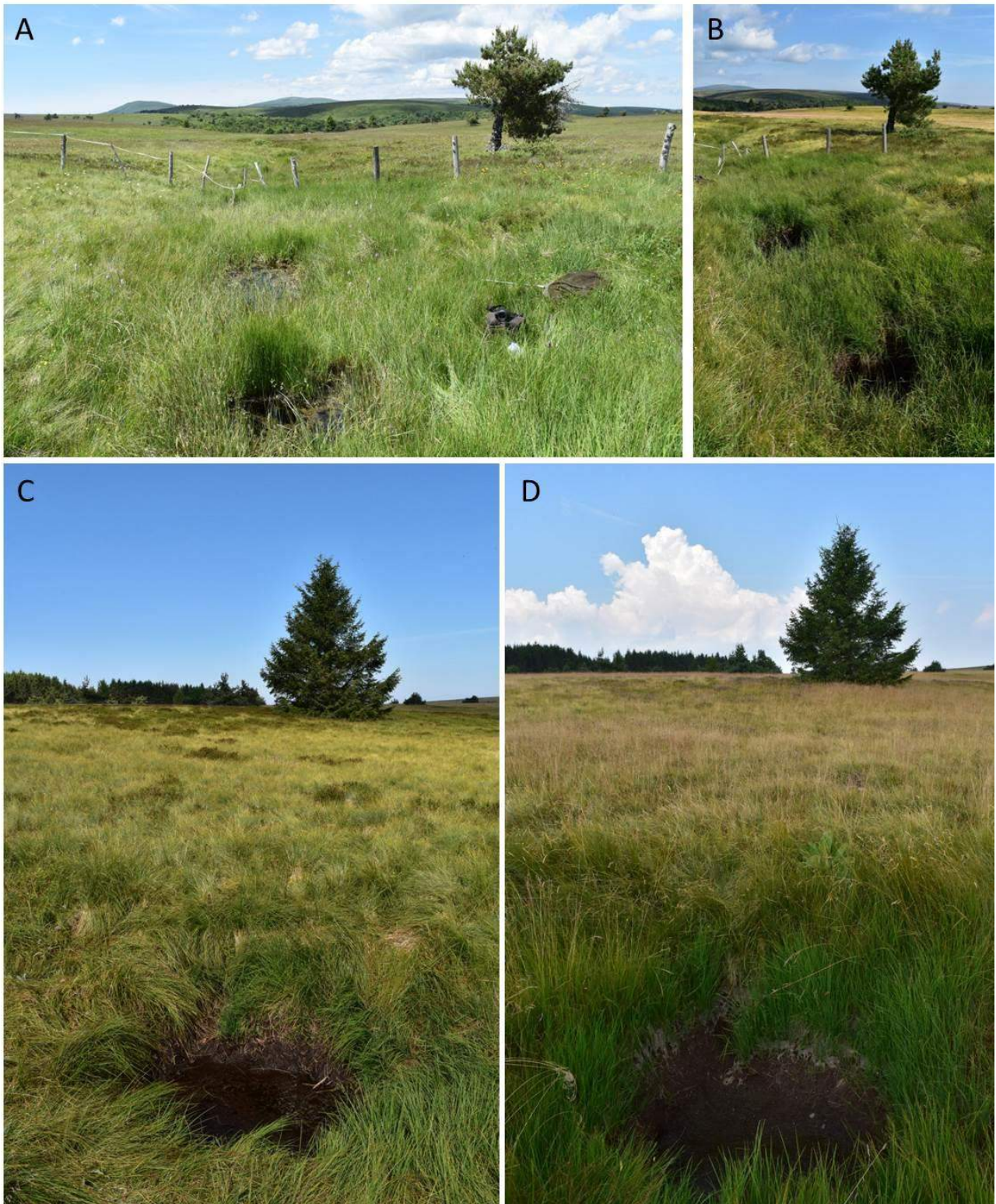


Figure 171 : Variabilité du niveau d'eau dans certaines gouilles à la Tourbière de Pialoux. Les Figures A et B représentent les mêmes vues mais le 21.vi.18 (A) et le 22.vii.19 (B). De même, les figures C et D représentent une gouille photographiée le 22.vii.19 (C) et le 06.viii.18 (D).

c. *Libellules observées*

Ce site avait été prospecté le 20 juillet et le 19 août 2015 par Barbarin & Lefebvre (2016). Ils y avaient observé deux espèces (*Pyrrhosoma nymphula*, *Sympetrum flaveolum*) et documenté la reproduction d'*Aeshna juncea* (exuvie).

Nos six passages ont permis de détecter une espèce discrète supplémentaire, *Somatochlora arctica*, avec notamment la collecte de 50 exuvies. La majorité d'entre elles (41, soit 82%) ont été collectées le 21 juin 2018, c'est-à-dire à l'occasion de notre premier passage sur le site. Il semblerait donc que les effectifs émergents de cette espèce soient fort variables d'une année à l'autre.

Le 17 juillet 2018, des prospections à l'épuisette ont permis de détecter trois larves au sein d'une gouille (Lat./Long. : 766,271/6498,736 ; Altitude : 1373 m). Enfin, une larve a été observée se déplaçant sur le fond encore humide d'une gouille sans eau le 06 août 2018 (Lat./Long. : 766,295/6498,692) (Figure 57F).

Les fosses à *Somatochlora arctica* (exuvies ou larves) avaient une profondeur variant de 30 à 80 cm, et un diamètre allant de 40 à 120 cm.

La **Leucorrhine douteuse n'a pas été observée** au sein de la tourbière de Pialoux.

Il n'y a pas de données odonatologiques pour cette tourbière sur le site web « Faune-Auvergne ».

Tableau 32 : Odonates observés lors de nos prospections à Pialoux en 2018 et 2019. T = Tandem, P = Ponte, émerg. = émergent, ind. = individu, m = mâle, f = femelle.

Espèces		2018				2019	
		21/06	17/07/18	06/08	20/08	24/06	22/07
1	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	≥15 ind., T, P, 2 cadavres (noyés)				15-20 ind., T, P	≥7 ind., T
2	<i>Aeshna juncea</i>						1 ind. (survol rapide, f ?)
3	<i>Somatochlora arctica</i>	1m immature (émerg. ratée)					1f cadavre
4	<i>Sympetrum flaveolum</i>		1m				1m
Total (Nb. espèces)		2	1	0	0	1	4

Tableau 33 : Nombre, sexe et identité des exuvies collectées à Pialoux en 2018 et 2019. M = mâle, F = femelle.

Date	<i>Aeshna juncea</i>		<i>Somatochlora arctica</i>		Total Mâles	Total Femelles
	M	F	M	F		
21-06-18			41 non sexées		41 non sexées	
17-07-18	1			1	1	1
06-08-18			1		1	0
24-06-19			1		1	0
22-07-19			3	3	3	3
Total	1		≥5	≥4	≥6	≥4

DISCUSSION

1. L'Agrion à lunules, *Coenagrion lunulatum*

Le premier volet des études odonatologiques réalisées dans le Livradois-Forez dans le cadre du PRA en faveur des odonates avait permis de retrouver *Coenagrion lunulatum* sur l'une de ses stations historiques, l'Étang de la Fargette, et de détecter l'espèce sur une nouvelle station, le Lac de Malaguet (Barbarin & Lefebvre, 2016).

Les suivis et prospections effectués en 2018 et 2019 ont, quant à eux, permis l'obtention des principaux résultats suivants :

- Confirmation de la présence de l'espèce à la Fargette,
- Pas d'observation de l'espèce au Lac de Malaguet,
- Découverte d'une nouvelle station : l'Étang de Marchaud,
- Démonstration de la rareté de l'espèce et de ses habitats à l'échelle du Livradois.

La population de la Fargette semble pérenne. Avec près de 80 mâles notés au pic de sa période de vol, les effectifs observés peuvent être considérés comme relativement élevés. En effet, pour cette libellule, les stations avec moins de 5 individus prédominent même dans le Cézallier et les Monts Dore, c'est-à-dire en plein cœur de son bastion français (Leroy, 2006 ; Kreder *et al.*, 2015). En outre, les effectifs réellement présents à la Fargette sont probablement plus élevés car Seguin & Kreder (2016) ont démontré que le nombre d'individus était souvent sous-estimé lors des prospections à vue.

Par ailleurs, les habitats nécessaires à cet odonate exigeant y sont bien exprimés (en surface et en qualité), et sauf catastrophe, ne semblent pas actuellement menacés.

La découverte de l'espèce à l'Étang de Marchaud est encourageante car elle souligne les capacités de colonisation de cet odonate. Toutefois, il ne s'agissait que de quelques individus (2 à 4 mâles), sans preuve d'autochtonie. Situé à environ 3,5 km de la Fargette, Marchaud est à une distance inférieure aux capacités de dispersion maximale documentées pour l'espèce (4,4 km) (Seguin & Kreder, 2016). Il est donc vraisemblable qu'il s'agissait de mâles issus de la Fargette et en dispersion.

Coenagrion lunulatum n'a été observé à Marchaud qu'en 2018. L'année suivante, l'étang était en assec et n'était plus favorable à l'espèce. Cet assec prolongé a probablement été non désiré mais causé par les conditions météorologiques particulières de 2019 (sécheresse, canicule) : l'étang n'a pas pu être remis en eau après sa vidange.

Cela souligne la fragilité de l'espèce et le risque de la voir disparaître du Livradois en raison d'un manque de stations permettant un système viable en métapopulation.

La gestion des étangs dans le Livradois est nettement à vocation piscicole intensive, avec comme conséquence la dégradation des milieux : la couverture d'hydrophytes est généralement nulle et les ceintures d'hélophytes sont réduites à absentes. Ainsi, cette gestion possède une influence négative sur *Coenagrion lunulatum*, sur les libellules en général et même sur la majorité de la biodiversité, par prédation directe (densités de poissons voraces maintenues artificiellement très élevées) ou de façon indirecte, du fait de la régression des végétaux flottants et immergés (poissons herbivores) et de l'augmentation de la turbidité de l'eau (poissons fousseurs). Il serait nécessaire de constituer des

communautés de poissons écologiquement mieux équilibrées et avec une charge plus légère, au moins sur quelques étangs proches de la Fargette.

La présence de deux mâles en 2015 au Lac de Malaguet interroge. Etaient-ils autochtones ? Sinon, d'où venaient-ils ? Existe-t-il une station proche de Malaguet ?

L'absence de contact en 2018 et 2019 ne plaide pas en faveur de l'autochtonie. Et les prospections négatives sur les sites potentiels les plus proches (dont l'Étang des Prades où il existe des données historiques et à la Vacheresse, étang potentiellement « relais » entre deux stations historiques), n'ont pas permis de découvrir une éventuelle population source.

Il est possible que les conditions météorologiques lors des prospections, en particulier en 2019, n'aient pas favorisé la détection de l'espèce (e.g. Étang des Prades en assec, Lac de Malaguet avec un faible niveau d'eau). Par ailleurs, l'Agriion à lunules présente souvent de faibles effectifs, et sa détection au milieu de populations d'autres Zygoptères bleus (e.g. *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion puella*) peut être difficile. L'existence de quelques spécimens discrets ne peut donc pas être complètement exclue, que ce soit au Lac de Malaguet et/ou dans le secteur sud du Livradois.

2. La Leucorrhine douteuse, *Leucorrhinia dubia*

Trois stations de *Leucorrhinia dubia* avaient été découvertes (ou confirmées) par Barbarin & Lefebvre (2016) : Tourbière de Balayoux, Baracuchet et Pradoux. L'espèce n'avait pas été détectée à Pialoux, tout comme au cours de nos prospections.

Les suivis effectués en 2018 et 2019 sur les trois tourbières à *L. dubia* confirment la présence de l'espèce et sa bonne reproduction (observation de tandems, pontes, larves, exuvies). L'ordre de grandeur du nombre de mâles territoriaux sur chaque tourbière ne semble pas varier fortement (quelques dizaines au plus observées lors d'un passage). En revanche, la collecte des exuvies met en exergue des différences de productivité :

- Balayoux : 1036 exuvies,
- Baracuchet : 500 exuvies,
- Pradoux : 262 exuvies.

Ces chiffres représentent le nombre *minimal* d'émergences au cours des deux années de suivi. Leur quantité réelle est probablement supérieure car (1) la période d'émergence de l'espèce est étalée, (2) les exuvies peuvent se dégrader rapidement (par les précipitations, etc.) et (3) une partie des exuvies présentes lors des prospections ne sont pas découvertes (Mulnet (1995) a estimé cette partie à 10 ou 12% des exuvies).

Même si le nombre d'émergences est sous-évalué, il est certainement très inférieur aux effectifs de 19 000 individus émergents rapportés de la tourbière de Saint-Genès-Champespe (Puy-de-Dôme) par Mulnet (1995). Mais ce haut-marais de 2,9 ha est constellé d'environ 900 fosses de tourbage !

En République tchèque, environ 75 adultes étaient observés et entre 108 et 115 exuvies étaient ramassées annuellement autour de trois gouilles de quelques mètres carrés chacune (avec un effort de prospection de 5 à 13 passages par an) au niveau d'une tourbière où la Leucorrhine douteuse avait été introduite une quinzaine d'années auparavant (Dolný *et al.*, 2018).

Plus près de chez nous, à la tourbière de Roussaire Basse située dans le PNRVA, une recherche d'exuvies sur environ 2h par 2 personnes le 10 juillet 2013, a permis de collecter 126 exuvies sur les berges de plusieurs fosses. Les plus favorables d'entre elles avaient une profondeur importante

et étaient peu envahies par la végétation. Dans le même temps, seulement une quinzaine d'adultes avait été contactée, dont des mâles territoriaux et deux cœurs copulateurs (Belenguier & Delpon, 2013).

Bien que chaque situation soit différente et donc à comparer avec précaution, il semblerait que les effectifs de mâles territoriaux et d'émergents de *Leucorrhinia dubia* ne soient pas négligeables au niveau de chacune des trois stations suivies dans le cadre de cette étude.

Balayoux semble posséder la fosse de tourbage la plus récente (date non renseignée) car les sphaignes y sont peu développées (~100% d'eau libre). La fosse de Baracuchet date de 2006 et des sphaignes émergées et immergées sont présentes (~65% d'eau libre). Enfin, les anciennes fosses de tourbage de Pradoux, probablement antérieures à 1950, sont presque entièrement cicatrisées. L'eau libre y est rare ($\leq 10\%$) et leur profondeur est plus faible.

Mulnet (1995) a étudié le succès reproducteur et les préférences de *L. dubia* pour la ponte vis-à-vis de différents types de fosses classées selon leur degré d'occupation par les sphaignes. Il a démontré que les fosses préférées par l'espèce, ainsi que les plus productives, sont celles qui sont profondes (~2 m), ont des berges colonisées par les sphaignes mais possèdent encore une zone d'eau libre (fosse de « type 2b » ; Figure 172). Le second type le plus utilisé, mais avec une plus faible productivité, est caractérisé par une couverture complète de sphaignes et une bonne profondeur (~1,5m) (fosse de « type 1a »). A eux deux, ces types produisaient 85 à 87% des émergences du site d'étude. Ces préférences n'étaient pas liées à une plus forte représentation des fosses au sein de la tourbière étudiée. Par exemple, les fosses de type 2a contribuaient à 66% des émergences alors qu'elles ne représentaient que 25% des fosses disponibles sur le site.

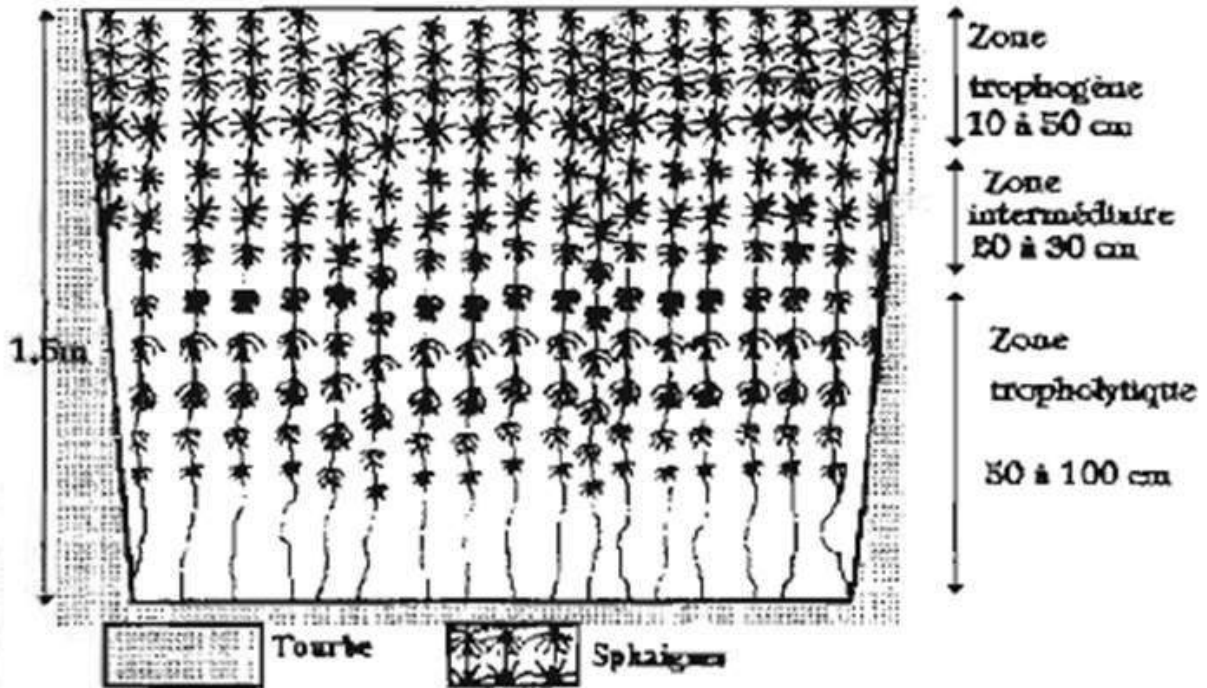
Sur base de cette étude, il apparaît que :

- La fosse de Balayoux n'a pas encore atteint l'optimum écologique pour l'espèce car les radeaux périphériques de sphaignes à demi immergés, utilisés pour la reproduction et comme abri par les larves, sont très peu développés.
- Celle de Baracuchet présente le stade le plus favorable (elle est du type 2b).
- Celle utilisée à Pradoux est encore attractive pour l'espèce mais a atteint un stade d'évolution qui lui devient moins propice (elle est proche du type 1a).

Si cela est correct, le nombre d'exuvies plus élevé à Balayoux qu'à Baracuchet semble contradictoire. Toutefois, des facteurs autres que le type de fosse peuvent influencer la productivité d'une espèce (e.g. présence de prédateurs ou de compétiteurs, ensoleillement du site, ancienneté de la colonisation, etc.). Par ailleurs, il est possible que la physiognomie et la végétation des berges de Balayoux, avec notamment l'abondance du petit sous-arbrisseau ligneux *Andromeda polifolia*, rendent plus aisée la détection des exuvies et/ou permettent de les préserver plus longtemps, les émergences s'effectuant souvent à une hauteur plus élevée par rapport à l'eau. Enfin, nos collectes effectuées sur seulement deux années ne permettent pas d'évaluer les variations interannuelles potentielles du nombre d'émergences. Par exemple, en 2018 très peu d'exuvies ont été découvertes à Baracuchet (18), alors que plusieurs centaines ont été ramassées en 2019 (482). A Balayoux, le nombre d'exuvies était important chaque année (2018 : 472 ; 2019 : 564).

Bien que les trois stations suivies semblent viables, leur relatif isolement géographique (4,6 à 8,8 km entre sites) et leur faible nombre les rendent vulnérables à l'impact de la stochasticité environnementale (p. ex. destruction d'une station suite à une catastrophe naturelle, sans possibilité de recolonisation). Des stations supplémentaires sont heureusement présentes dans le côté Loire du Forez (Figures 2, 3).

Fosse de type 1a



Fosse de type 2b

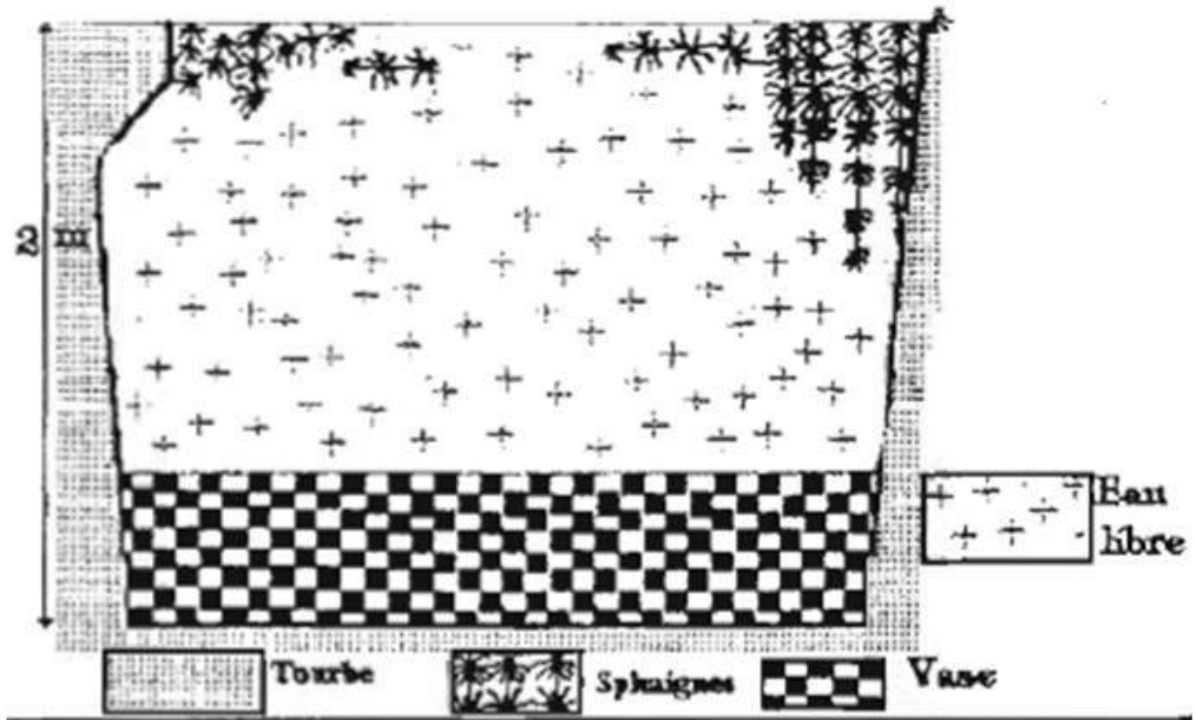


Figure 172 : Profils représentant les fosses de tourbage préférentiellement utilisées par *Leucorrhinia dubia* pour sa reproduction au sein de la tourbière de Saint-Genès-Champespe (Puy-de-Dôme). (Source : Mulnet, 1995).

3. Autres espèces et observations remarquables

a. Amélioration des connaissances sur les odonates du Livradois-Forez

En ce qui concerne les odonates, le secteur du Livradois-Forez reste relativement peu prospecté, en comparaison avec le reste du département du Puy-de-Dôme. Notre étude apporte 513 données d'occurrence d'imagos, auxquelles s'ajoutent les informations apportées par la collecte d'exuvies. Ainsi, selon les cartes de distribution récemment publiées par le Groupe Odonat'Auvergne (G.O.A., 2017), certaines espèces étaient rarement voire pas documentées de ce secteur (Annexe 3). Il s'agit en particulier de :

- *Calopteryx xanthostoma*
- *Lestes virens*
- *Sympecma fusca*
- *Ischnura pumilio*
- *Coenagrion scitulum*
- *Ceriagrion tenellum*
- *Aeshna mixta*
- *Orthetrum coerulescens*

Par ailleurs, plusieurs taxons d'affinité méditerranéenne ont été contactées (Tableau 13). Certaines semblent en expansion d'aire en Auvergne, notamment en altitude : *Coenagrion scitulum*, *Anax parthenope*, *Sympetrum fonscolombii*. Ces espèces sont, par ailleurs, en expansion en France et en Europe (Tableau 12 ; Boudot & Kalkman, 2015). Il serait intéressant de suivre leur progression dans le Livradois et le Forez.

Enfin, nos prospections ont permis de détecter des espèces patrimoniales sur des sites où elles n'avaient *a priori* jamais été reportées. Il s'agit notamment de :

- *Sympetrum danae* : Baracuchet (1 femelle le 20 août 2018).
- *Sympetrum flaveolum* : Pradoux (1 couple avec femelle pondueuse le 29 juillet 2019), Baracuchet (1 mâle le 17 juillet 2018).

b. La Chlorocordulie arctique, *Somatochlora arctica*.

Somatochlora arctica est une espèce au statut de conservation défavorable (Tableau 12). Elle fait partie des espèces ciblées par le PRA et des prospections avaient été réalisées dans le PNRLF afin de préciser sa distribution (Barbarin & Lefebvre, 2016).

Au cours de nos prospections, nous avons détecté l'espèce au niveau de trois tourbières :

- Balayoux (1 exuvie), où l'espèce avait été notée le 30 juillet 2004 par F. Bronnec (Barbarin & Lefebvre, 2016).
- Pradoux (≥ 5 mâles territoriaux, 71 exuvies), où de nombreux mâles, femelles, tandems et pontes avaient été observés le 22 août 1997 par J. Frat, ainsi que 2 mâles le 20 juillet 2015 par J.-P. Barbarin (Barbarin & Lefebvre, 2016).
- Pialoux (1 mâle ayant raté son émergence, 1 femelle noyée, 50 exuvies, 4 larves). Nouvelle station pour l'espèce.

Cette libellule est une tyrphobionte qui se reproduit principalement dans les zones de suintements acides, ainsi que dans les gouilles et les fosses de tourbage en voie de recolonisation végétale (Grand & Boudot, 2006 ; Kever *et al.*, 2014 ; Belenguier & Delpont, 2013, 2015). L'espèce peut être trouvée dans des tourbières très évoluées, même si les gouilles résiduelles sont sèches dès la mi-

juillet ou gèlent en hiver, car les larves sont capables de s'enfouir jusqu'à 30 centimètres dans la tourbe lorsque l'habitat s'assèche (Grand & Boudot, 2006).

Somatochlora arctica est rarement commune et les populations ont généralement de faibles effectifs. Par exemple, en Rhône-Alpes, 80% des données relatives à l'espèce concernent au mieux cinq imagos (Deliry *et al.*, 2008). Cependant, elle doit être souvent sous-détectée car il s'agit d'une espèce très discrète qui se tient la plupart du temps à l'écart de ses sites de reproduction. Les exuvies sont donc un bon moyen pour documenter les populations et estimer leurs effectifs. Toutefois, elles sont difficiles à découvrir en raison de l'étalement de la période d'émergence (juin à septembre) et car les zones favorables à l'espèce sont diffuses au sein des tourbières (Belenguier & Delpon, 2013, 2015).

Nos résultats indiquent que Pialoux et Pradoux sont deux sites de reproduction importants pour l'espèce. Ils confirment également l'utilité de la collecte des exuvies pour documenter les espèces discrètes telles que *Somatochlora arctica* même si cela nécessite des prospections assez longues sur le terrain. Ce dernier point est également démontré, entre autres, par la découverte d'une ou plusieurs exuvies d'*Orthetrum coerulescens* et de *Libellula depressa* à Pradoux, alors que ces taxons n'y ont pas été observés sous forme d'imagos.

c. *L'Agrion hasté, Coenagrion hastulatum*

Coenagrion hastulatum est une espèce boréo-alpine, tyrphophile et orophile. Cette espèce recherche les plans d'eau acides et plutôt mésotrophes possédant une ceinture d'hélophytes développée ; il apprécie particulièrement les prêlaies, *Equisetum* sp. (Grand & Boudot, 2006 ; Goffart *et al.*, 2006, Deliry, 2008). Elle présente des exigences écologiques et des traits de vie proches de ceux de *Coenagrion lunulatum*. Comme pour cette espèce, le Massif central représente le bastion des populations nationales. A l'échelle du pays, cette espèce est en déclin et est considérée « vulnérable » sur la LRN (Tableau 12).

Le G.O.A. (2017) indique que *Coenagrion hastulatum* est, en Auvergne, « particulièrement présent avec des populations parfois très importantes dans les différents massifs montagneux auvergnats. Il semble coloniser des milieux très divers (mares, tourbières, lacs ou étangs) et peut être le zygoptère dominant sur certains secteurs, dans le Cézallier par exemple ». Ainsi, l'espèce n'est pas considérée menacée à l'échelle régionale. Elle devrait toutefois être reprise dans la liste des espèces d'odonates déterminantes des ZNIEFF actuellement en cours de révision à l'échelle de la zone biogéographique continentale du massif central de la région Auvergne-Rhône-Alpes (G.O.A., comm. pers.).

Barbarin & Lefebvre (2016) avaient reporté l'espèce de huit sites :

Etang de la Fargette, Etang de Fangonnet (Aix-la-Fayette), Etang de Réal (Saint-Genès-la-Tourette), Etang des Prades, Etang du Pin (Saint-Germain-l'Herm/Saint-Bonnet-le-Bourg), Etang des Chaux (Sainte-Catherine), Etang du Breuil (La Chaise-Dieu/Malvières), Lac de Malaguet.

Nos prospections ont permis sa détection à nouveau à la Fargette, l'Etang des Prades et au Lac de Malaguet. En outre, elle a été notée à l'étang de Marchaud, site directement connecté à l'Etang du Pin. Il s'agissait généralement d'un ou deux individus. Seul l'étang des Prades possédait, en 2018, des effectifs plus importants (≥ 15 mâles) et des preuves de reproduction (un tandem observé). En 2019, l'espèce n'a pas été retrouvée autour de ce site en assec.

L'Agrion hasté semble posséder des capacités de dispersion très limitées et peut mettre plusieurs années pour atteindre de nouveaux milieux favorables, certains pourtant éloignés de moins de deux

kilomètres des populations relictuelles (Kever *et al.*, 2016).

Il nous semble donc que cette espèce devrait faire l'objet d'une vigilance toute particulière au sein du PNRLF car ses populations y semblent peu nombreuses, isolées et fragiles.

4. Menaces identifiées

Les principales menaces identifiées pour *Coenagrion lunulatum* sont :

- Isolement de la seule population pérenne connue dans le Livradois (Etang de la Fargette).
- Manque de sites possédant les habitats indispensables à l'espèce.
- Gestion piscicole intensive des étangs et ses conséquences (adjonction d'amendement calcaire abaissant le pH de l'eau, disparition des hydrophytes et héliophytes, prédation excessive, etc.).

Plus ponctuellement, les facteurs défavorables à l'espèce sont :

- Eutrophisation de l'habitat (Losfouroux, Station d'épuration de La Chapelle-Geneste, Lorme).
- Manque d'ensoleillement du plan d'eau en raison de berges très arborées (Losfouroux).

Bien sûr, toutes ces menaces sont intimement liées.

Les principales menaces identifiées pour *Leucorrhinia dubia* sont :

- Faible nombre de stations dans le Forez auvergnat.
- Faible nombre de gouilles favorables au sein d'une même station.
- Isolement relatif des stations, ne favorisant pas l'échange d'individus et un fonctionnement sous forme de métapopulation viable.
- Evolution défavorable des gouilles à Pradoux (fermeture et atterrissement des fosses de tourbage via la recolonisation par les sphaignes).

Bien que la Leucorrhine douteuse soit particulièrement sensible à l'empoisonnement de ses habitats, cette menace ne semble pas significative dans le secteur étudié.

Enfin, pour ces deux espèces boréo-alpines, le réchauffement climatique global est un facteur certainement défavorable car il est susceptible d'entraîner, entre autres, la disparition des habitats favorables, un stress physiologique direct, et l'arrivée d'espèces favorisées (taxons thermophiles d'affinité méditerranéenne, par exemple) et potentiellement concurrentes ou prédatrices.

5. Préconisations de gestion

Toutes les mesures habituellement préconisées pour la préservation des zones humides (e.g. Goffart *et al.*, 2006 ; Grand & Boudot, 2006 ; Kreder *et al.*, 2015) sont également bénéfiques à *Coenagrion lunulatum* et *Leucorrhinia dubia* :

- Ne pas détruire ou dégrader les habitats,
- 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 consolider les berges par des enrochements (hormis là où cela s'impose),
- Maintenir une bande enherbée d'au moins 5 mètres autour des zones humides sans engrais et

- pesticides, ni dépôts de matières organiques (fumiers...),
- Ne pas introduire d'espèces de plantes ou d'animaux invasives,
 - Eviter la plantation massive d'arbres le long des berges, en particulier des résineux.

En dehors de ces généralités, les actions à mener seraient:

(1) **Conserver les sites actuels.**

Coenagrion lunulatum et *Leucorrhinia dubia* sont deux espèces fortement phylopatriques, il est donc impératif de conserver les sites actuels, d'autant plus qu'ils sont extrêmement peu nombreux.

- (2) **Informé et sensibiliser** les propriétaires, les gestionnaires et les utilisateurs de la présence d'espèces d'odonates sensibles afin d'éviter la destruction des stations actuelles et de favoriser la création de stations futures.

Il est également important de rappeler que la protection de certaines libellules est favorable à de nombreuses autres espèces animales et végétales. Ces taxons sont indicateurs de la qualité des habitats aquatiques dont l'homme dépend également !

(3) **Augmenter le nombre de stations accueillant *Coenagrion lunulatum*.**

Dans le Livradois, ceci suppose principalement la mise en place de stations avec une **charge légère et des populations de poissons écologiquement équilibrées**.

Un **régime de mise en assec prudent** peut être favorable à *Coenagrion lunulatum* (et aux autres libellules) car des assèchements périodiques peuvent permettre une gestion piscicole adéquate, une minéralisation plus complète des vases organiques sur le fond, ainsi qu'un développement ou le maintien des communautés végétales dont elle dépend (couverture d'hydrophytes dont potamots, ceintures d'hélophytes). Toutefois, une mise en assec simultanée de plusieurs étangs proches, ou même dans certains cas de toute la surface d'un seul étang (Fargette !), peut avoir des conséquences très néfastes. Il est donc impératif que les vidanges soient de courte durée, toujours partielles, et effectuées de préférence en fin d'été ou en automne, mais pas en hiver en raison des risques de gel des vases du fond où survivent les larves (Goffart *et al.*, 2006).

Cette action serait à mener prioritairement autour de l'étang de la Fargette et dans les secteurs périphériques au Lac de Malaguet et à l'étang des Prades.

(4) **Augmenter le nombre de stations accueillant *Leucorrhinia dubia*.**

Il serait intéressant de créer un réseau de fosses de tourbage éloignées de 1 ou 2 kilomètres les unes des autres afin de pérenniser l'espèce via la mise en place de stations interconnectées par des échanges d'individus (= installation d'un système fonctionnel en métapopulation).

Il est primordial de prendre en compte l'ensemble des groupes faunistiques et floristiques présents avant de lancer toute opération de restauration ou de création d'habitats. Les sites devront donc être sélectionnés non seulement en fonction de leur localisation et de la faisabilité (état hydrique des tourbières et leur utilisation par l'homme et le bétail), mais également en fonction des habitats, de la faune et de la flore présents.

Comme les gouilles de Balayoux et de Baracuchet fonctionnent bien pour la Leucorrhine douteuse, il semble judicieux que les fosses créées possèdent une surface et une profondeur similaires, c'est-à-dire quelques dizaines de mètres carrés (20-50 m²) et une profondeur de 1,5 à 2 mètres. En outre, ce

type de fosse présente l'avantage de posséder une durée de vie relativement longue et leur libre évolution peut permettre l'apparition de différents faciès exploités par diverses espèces d'odonates et autres insectes.

(5) Augmenter le nombre de gouilles accueillant *Leucorrhinia dubia* au sein des trois stations.

Le fait qu'il n'y ait actuellement qu'une seule gouille effective pour l'espèce au niveau des trois stations les rend particulièrement vulnérables aux aléas climatiques et autres menaces susceptibles d'éradiquer brusquement l'ensemble de la station.

Pour limiter ce risque, des gouilles similaires à celles utilisées à Baracuchet et Balayoux devraient être créées à quelques dizaines ou centaines de mètres les unes des autres au sein de chaque tourbière. Le but est que les leucorrhines ne pondent pas tous leurs œufs dans la même gouille !

A Pradoux, nous préconisons cette approche plutôt que l'ouverture des tapis flottants colmatés au niveau des gouilles existantes. En effet, ces faciès présentent un intérêt patrimonial fort même s'ils sont moins attractifs pour *L. dubia*. D'autres espèces animales, dont des odonates comme *Somatochlora arctica*, sont favorisées par leur fermeture. De même, de nombreuses plantes protégées en dépendent (*Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*...).

(6) Eviter le surpâturage, notamment à Pradoux.

Les tourbières sont des milieux fragiles et susceptibles d'être rapidement dégradés en cas de pâturage excessif via l'abrutissement, le piétinement et les excréments (Cholet & Jameau, 2010 ; Muller & Gabaldon, 2017).

A Pradoux, des zones piétinées mises à nue sont favorables à certaines espèces de plantes patrimoniales comme la Grassette à grandes fleurs, *Pinguicula grandiflora*. Il faudrait toutefois veiller à ce que la charge ne devienne pas excessive afin de garantir la qualité de l'eau et d'éviter le surpiétinement des zones de suintements utilisées par *Somatochlora arctica*.

(7) Suivre les populations et l'efficacité des opérations de restauration ou de création d'habitats.

Un suivi odonatologique rapproché devrait être effectué après la création d'habitats (tous les ans ou tous les deux ans) puis pourrait être plus espacé (tous les trois ou cinq ans par exemple). Les années de suivi, trois passages par an, en se focalisant sur la période de vol des espèces cibles, semblent présenter un rapport coût/bénéfice équilibré.

Pour *Coenagrion lunulatum*, un suivi des imagos pourrait suffir. Par contre, la collecte des exuvies est préconisée pour *Leucorrhinia dubia* afin d'obtenir une évaluation plus précise des populations.

6. Conclusion

Les bastions nationaux des populations de *Coenagrion lunulatum* et *Leucorrhinia dubia* se trouvent en Auvergne. La région possède donc une responsabilité forte pour la conservation de ces libellules fragiles et menacées.

La majorité des stations sont présentes à l'ouest de la région, notamment dans le Cézallier et les Monts-Dore. Toutefois, le rôle du PNRLF dans la conservation de ces libellules ne peut être sous-estimé. C'est en effet en assurant la survie et, mieux, le développement des populations un peu excentrées du noyau principal que la préservation de ces espèces et le maintien de leur diversité génétique seront possibles sur le long terme.

Les efforts à fournir sont conséquents car la situation dans le PNRLF de la Leucorrhine douteuse et, plus encore, celle de l'Agrion à lunules, sont précaires. Le nombre réduit de stations et leur isolement rendent la tâche difficile. Cependant, elle n'est pas irréaliste. Ailleurs, des projets de restauration d'habitats, notamment de tourbières, ont montré des résultats rapides et significatifs (augmentation du nombre d'espèces et de leurs effectifs) (p. ex. Kever *et al.*, 2014, 2016 ; Parkinson *et al.*, 2017).

Une politique volontariste de la part des pouvoirs publics doit être maintenue, mais les initiatives individuelles ne sont pas à négliger pour autant. La participation de tous les acteurs (propriétaires d'étangs, pêcheurs, etc.) est à solliciter.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguesse P. 1964. Notes sur l'écologie et la répartition des Odonates du Massif Central. Bulletin de la Société entomologique de France 69 : 223-232.
- Arnqvist G. & Johansson F. 1998. Ontogenetic reaction norms of predator-induced defensive morphology in dragonfly larvae. Ecology 79 : 1847-1185.
- Askew R.R. 2004. The Dragonflies of Europe (revised edition). Harley books. 308 pp.
- Barbarin J.-P. & Lefebvre N. 2016 [24/06/2016]. Amélioration de la connaissance de la répartition de trois espèces de libellules et définition d'enjeux prioritaires sur le territoire du Parc naturel régional Livradois-Forez Départements du Puy de Dôme (63) et de la Haute-Loire (43). Rapport final 2014-2015. Etude commanditée par le Parc naturel régional Livradois-Forez, 293 pp.
- Belenguier L. & Delpon G. 2013. *Leucorrhinia dubia* et *Somatochlora arctica* sur le Parc des Volcans d'Auvergne – Complément d'inventaire. Rapport du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne. 29 pp.
- Belenguier L. & Delpon G. 2015. Sur la détection de *Somatochlora arctica* et l'estimation de ses populations : l'exemple de la tourbière de la Pignole dans le Cantal (Odonata : Corduliidae). Martinia 31 : 35-46.
- Boudot J.-P. & Kalkman V.J. (eds). 2015. Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV publishing, the Netherlands, 381 pp.
- Brochard C., Croenendijk D., van der Ploeg E. & Termaat T. 2012. Larvenhuidjes van Libellen. Fotogids. KNNV Uitgeverij, Zeist, Nederland. 320 pp.
- Brochard C. & van der Ploeg E. 2014. Larven van Libellen. Fotogids. KNNV Uitgeverij, Zeist, Nederland. 239 pp.
- Cholet J. & Jameau L. 2010. Faire pâturer les tourbières de montagne : pourquoi, comment ? pp. 100-127 Dans : Tourbières des montagnes françaises - Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion & de gestion. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels/Pôle-relais tourbières. 187 pp.
- Christophe F. & Chazalmartin S. 2015. Actualisation du statut de l'Agriion à lunules (*Coenagrion lunulatum*, Charpentier 1840) en Lozère. Rapport présentant le bilan d'une prospection ciblée menée par l'ALEPE dans le cadre du PNA « Odonates », avec le soutien financier du Parc national des Cévennes, de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et de la DREAL LR. 24 pp. + annexes.
- Clausnitzer V., Kalkman V.J., Ram M., Collen B., Baillie J.E.M., Bedjanic M., Darwall W.R.T., Dijkstra K.-D.B., Dow R., Hawking J., Karube H., Malikova E., Paulson D., Schütte 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.
- Conseil Régional d'Auvergne & DREAL Auvergne, 2009. Diagnostic de la biodiversité en Auvergne : http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Diagnostic_Biodiversite_cle086a36.pdf

- Davies R., von Hardenberg A. & Geary M. 2018. Recapture rates and habitat associations of *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden), (White-faced Darter), on Fenn's and Whixall Mosses, Shropshire. *Journal of the British Dragonfly Society* 34 : 89-101.
- Deliry C. (coord.) 2008. Atlas illustré des libellules de la région Rhône-Alpes. Dir. du Groupe Sympetrum et Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble, éd. Biotope, Mèze (Collection Parthénope), 408 pp.
- Delpon G., Vogt-Schilb H., Munoz F., Richard F. & Schatz B. 2019. Diachronic variations in the distribution of butterflies and dragonflies linked to recent habitat changes in Western Europe. *Insect Conservation and Diversity* 12 : 49-68.
- Dijkstra K.-D.B. 2007. Guide des Libellules de France et d'Europe. Illustré par R. Lewington. Delachaux et Niestlé, Les Guides du Naturaliste, Paris. 320 pp.
- Dijkstra K.-D.B. & Kalkman V.J. 2012. Phylogeny, classification and taxonomy of European dragonflies and damselflies (Odonata) : a review. *Organisms Diversity & Evolution* 12 : 209-227.
- Dijkstra K.-D.B., Bechly G., Bybee S.M., Dow R.A., Dumont H.J., Fleck G., Garrison R.W., Hämäläinen M., Kalkman V.J., Karube H., May M.L., Orr A.G., Paulson D.R., Rehn A.C., Theischinger G., Trueman J.W.H., van Tol J., von Ellenrieder N. & Ware J. 2013. The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata). *Zootaxa* 3703 : 36-45.
- Dolný A., Šigutová H., Ožana S. & Choleva L. 2018. How difficult is it to reintroduce a dragonfly ? Fifteen years monitoring *Leucorrhinia dubia* at the receiving site. *Biological Conservation* 218 : 110-117.
- Doucet G. 2007. Les odonates des tourbières de Haute-Saône (70). Recherche des différents cortèges et caractérisation des habitats larvaires. Exemple de la leucorrhine à gros thorax, *Leucorrhinia pectoralis* (Chapentier, 1825). Quelle méthode pour un suivi en routine des odonates de ces milieux ? Mémoire pour l'obtention de la Maîtrise IUP IMACOF. Espace Naturel Comtois O.P.I.E. Franche-Comté, 61 pp. + Annexes.
- Doucet G. & Najean C. 2016. Etude des exuvies : Une étape incontournable pour une meilleure connaissance des odonates. *Le Courrier de la Nature* 296 (Spécial Libellules) : 54-56.
- Dupont P. (coordinateur) 2010. Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 170 pp.
- Flenner I., Olne K., Suhling F. & Sahlén G. 2009. Predator-induced spine length and exocuticle thickness in *Leucorrhinia dubia* (Insecta : Odonata): a simple physiological trade-off ? *Ecological Entomology* 34 : 735-740.
- Francez A.-J. & Brunhes J. 1983. Odonates des tourbières d'Auvergne (Massif central français) et répartition en France des odonates d'altitude. *Notulae Odonatologicae* 2 :1-8.
- Francez A.-J. & Durand F. 1993. Les libellules du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez. Parc naturel régional du Livradois-Forez, Saint-Gervais-sous-Meymont. 67 pp.
- Gilard B. 1995. Liste et statut des odonates observés aux étangs de La Chaise-Dieu (1010 m), sur la Senouire, communes de La Chaise-Dieu, Malvières et Bonneval, dans le Parc Naturel du Livradois-Forez, en Haute-Loire (43), France. *LPO Auvergne*. 13 pp.

- Gilard B. 1998. Mise à jour de la liste des odonates observés sur les étangs des Prades et du Breuil (1010 m), situés sur la Senouire (La Chaise-Dieu/Malvières/Bonneval), dans le Livradois, en Haute-Loire (43). LPO Auvergne. 1 p.
- G.O.A. - GROUPE ODONAT'AUVERGNE 2017. Liste rouge des odonates d'Auvergne [et fiches espèces associées]. Groupe Odonat' Auvergne / DREAL Auvergne Rhône-Alpes. 23 pp.
- Goffart P., De Knijf G., Anselin A. & Tailly M. (eds). 2006. Les Libellules (Odonata) de Belgique : répartition, tendances et habitats. Publication de Groupe de Travail Libellules Gomphus et du Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (MRW-DGRNE), Série « Faune – Flore – Habitats » n°1, Gembloux. 398 pp.
- Gonseth Y. & Monnerat C. 2002. Liste Rouge des Libellules menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. Série OFEFP: L'environnement pratique. 46 pp.
- Grand D. & Boudot J.-P. 2006. Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope). 480 pp.
- Grand D., Boudot J.-P. & Doucet G. 2014. Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (Collection Cahier d'Identification). 136 pp.
- Grimaldi D. & Engel M.S. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, USA. 755 pp.
- Hassall C. & Thompson D.J. 2008. The effects of environmental warming on Odonata: a review. International Journal of Odonatology 11 : 131-153.
- 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.
- Hovmöller R. & Johansson F. 2004. A phylogenetic perspective on larval spine morphology in *Leucorrhinia* (Odonata : Libellulidae) based on ITS1, 5.8S and ITS2 rDNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 30 : 653-662.
- Jiang B., Johansson F., Stoks R., Mauersberger R. & Mikolajewski D.J. 2019. Predator species related adaptive changes in larval growth and digestive physiology. Journal of Insect Physiology 114 : 23-29.
- Johansson F. 2002. Reaction norms and production costs of predator induced morphological defences in a larval dragonfly (*Leucorrhinia dubia* : Odonata). Canadian Journal of Zoology 80 : 944-950.
- Johansson F. & Brodin T. 2003. Effects of fish predators and abiotic factors on dragonfly community structure. Journal of Freshwater Ecology 18 : 415-423.
- Johansson F. & Samuelsson L. 1994. Fish-induced variation in abdominal spine length of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) larvae. Oecologia 100 : 74-79.
- Johansson F., Halvarsson P., Mikolajewski D.J. & Höglund J. 2017a. Genetic differentiation in the boreal dragonfly *Leucorrhinia dubia* in the Palearctic region. Biological Journal of the Linnean Society 121 : 294-304.

- Johansson F., Halvarsson P., Mikolajewski D.J. & Höglund J. 2017b. Phylogeography and larval spine length of the dragonfly *Leucorhinia dubia* in Europe. PLoS ONE 12(9): e0184596.
- Kalkman V.J., Boudot J.-P., Bernard R., Conze K.-J., De Knijft G., Dyatlova E., Ferreira S., Jovic M., Ott J., Riservato E. & Sahlen G. 2010. European Red List of Dragonflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 40 pp.
- Kalkman V.J., Boudot J.-P., Bernard R., De Knijf G., Suhling F. & Termaat T. 2018. Diversity and conservation of European dragonflies and damselflies (Odonata). Hydrobiologia 811 : 269-282.
- Kever D., Schott O. & Goffart P. 2014. Les odonates des Hautes-Fagnes : effets positifs du récent projet LIFE de restauration des tourbières. Les Naturalistes belges 95 : 33-70.
- Kever D., Goffart P. & Schott O. 2016. Belgique - Les effets positifs de la restauration des tourbières sur les populations d'odonates. Le Courrier de la Nature 296 (Spécial Libellules) : 70-72.
- Kosterin O.E. & Zaika V.V. 2010. Odonata of Tuva, Russia. International Journal of Odonatology 13 : 277-327.
- 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 pp. + 16 pp. annexes.
- 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 : 151-166.
- Lolive N. & Hennequin E. 2007. Découverte d'un site de première importance pour le genre *Somatochlora* en Limousin. Martinia 23 : 12.
- Louboutin B., Jaulin S. & Houard X. 2013. Premières mentions pour *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825) et *Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825) dans l'Aude et observation d'une femelle andromorphe de *L. dubia* (Odonata : Libellulidae, Coenagrionidae). Martinia 29 : 65-74.
- Martínez D.R. & García M.A.C. 2015. *Coenagrion lunulatum* (Charpentier, 1840) & *Sympetrum flaveolum* (L., 1758), in Lake Tabatskuri, Georgia (Caucasus). Asociación Odonatológica de Andalucía 3: 18-24.
- May M.L. 2019. Odonata : Who they are and what they have done for us lately : Classification and ecosystem services of dragonflies. Insects 10, 62, 17 pp.
- Mikolajewski D.J. & Johansson F. 2004. Morphological and behavioral defenses in dragonfly larvae: trait compensation and cospecialization. Behavioral Ecology 15 : 614-620.
- Mikolajewski D.J., De Block M., Rolff J., Johansson F. & Beckerman A.P. 2010. Predator-driven trait diversification in a dragonfly genus: covariation in behavioral and morphological antipredator defense. Evolution 64 : 3327-3335.

- Muller F. & Gabaldon A. 2017. Pâturage et biodiversité des tourbières de Franche-Comté. Entre tradition et perspectives, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels/Pôle-relais tourbières. 40 pp.
- Mulnet D. 1995. Cycle de vie et dynamique d'une population de *Leucorrhinia dubia* en Haute-Auvergne (France). Thèse de doctorat. 281 pp.
- Nelson B. 1999. The status and habitat of the Irish damselfly *Coenagrion lunulatum* (Charpentier) (Odonata) in Northern Ireland. Entomologist's Monthly Magazine 135 : 59-68.
- Norling U. 1976. Seasonal regulation in *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden) (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica 5 : 245-263.
- Oertli B. 2008. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. Pp. 79-95, dans : Córdoba-Aguilar A. 2008. Dragonflies & Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. Oxford University Press, Biology. 290 pp.
- Parkinson D., Goffart P., Kever D., Motte G. & Schott O. 2017. Réponse des odonates à la restauration des tourbières ardennaises. Forêt.Nature 142 : 47-55.
- Pedro Silva J., Philips L., Jones W., Eldridge J. & O'Hara E. 2007. LIFE and Europe's Wetlands. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, Restoring a vital ecosystem. 65 pp.
- Pelozuelo L., Denis A., Delpon G. & Danflous S. 2016. Menaces sur les libellules et demoiselles. Une biodiversité élégante et fragile. Le Courrier de la Nature 296 (Spécial Libellules) : 32-38.
- Petrin Z., Schilling E.G., Loftin C.S. & Johansson F. 2010. Predators shape distribution and promote diversification of morphological defenses in *Leucorrhinia* Odonata. Evolutionary Ecology 24 : 1003-1016.
- PNRFLF – Parc Naturel Régional Livradois-Forez 2014. Projet de Réserve naturelle régionale du Lac de Malaguet – Dossier de Classement. Version de mars 2014 modifiée suite au recueil des avis. 66 pp.
- Reid A.J., Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J., Gell P.A., Johnson P.T.J., Kidd K.A., MacCormack T.J., Olden J.D., Ormerod S.J., Smol J.P., Taylor W.W., Tockner K., Vermaire J.C., Dudgeon D. & Cooke S.J. 2019. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. Biological Reviews 19 : 849-873.
- Samu S. 1998. Zur Populations- und Verhaltensökologie von *Coenagrion lunulatum* (Charpentier) (Zygoptera : Coenagrionidae). Libellula 17 : 173-193.
- Samways M.J. 2008. Dragonflies as focal organisms in contemporary conservation biology. Pp. 97-108, dans : Córdoba-Aguilar A. 2008. Dragonflies & Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. Oxford University Press, Biology. 290 pp.
- Seguin C. & Kreder M. 2016. Amélioration des connaissances de l'Agrion à lunules sur le territoire du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne - Année 3 : Capacité de déplacement & Stratégie de préservation. SMPNRVA. 45 pp. + 8 pp. annexes.
- SFO & MNHN, 2011. Suivi temporel des Libellules – STELI. Protocole proposé dans le Dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des Odonates et du programme Vigie-Nature.

5pp. http://steli.mnhn.fr/sites/steli.mnhn.fr/files/block_pdf/Steli_protocole%20occupancy.pdf

- Simaika J.P. & Samways M.J. 2008. Valuing dragonflies as service providers. Pp. 109-123, dans : Córdoba-Aguilar A. 2008. Dragonflies & Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. Oxford University Press, Biology. 290 pp.
- Soissons A., Martinant S. & Barbarin J.-P. 2016. 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.
- Suhonen J., Hilli-Lukkarinen M., Korkeamäki E., Kuitunen M., Kullas J., Penttinen J. & Salmela J. 2010. Local extinction of dragonfly and damselfly populations in low- and high-quality habitat patches. *Conservation Biology* 24 :1148-1153.
- Swaegers J., Janssens S.B., Ferreira S., Watts P.C., Mergeay J., McPeck M.A. & Stoks R. 2014. Ecological and evolutionary drivers of range size in *Coenagrion* damselflies. *Journal of Evolutionary Biology* 27 : 2386-2395.
- Termaat T., van Strien A.J., van Grunsven R.H.A., De Knijf G., Bjelke U., Burbach K., Conze K.-J., Goffart P., Hepper D., Kalkman V.J., Motte G., Prins M.D. Prunier F., Sparrow D., van den Top G.G., Vanappelghem C., Winterholler M. & Wallis de Vries M.F. 2019. Distribution trends of European dragonflies under climate change. *Diversity and Distribution* 25 : 936-950.
- UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SFO 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris, France.
- Wittwer T., Sahlén G. & Suhling F. 2010. Does one community shape the other ? Dragonflies and fish in Swedish lakes. *Insect Conservation and Diversity* 3 : 124-133.

GLOSSAIRE

Acide : Désigne une eau dont le pH est inférieur à 7.

Aire de répartition (= aire de distribution, = distribution) : Zone délimitant la répartition géographique d'une espèce vivante ou de toute autre unité taxonomique qui inclut la totalité de ses populations.

Allochtone : Organisme d'origine étrangère (contraire : autochtone).

Andromorphe : Femelle arborant une coloration de mâle (Dijkstra, 2007).

Appendices anaux : Pièces situées à l'extrémité de l'abdomen et utilisées au cours de la reproduction.

Arbre phylogénétique : Arbre schématique qui montre les relations de parenté (résultant de l'évolution) entre des groupes d'êtres vivants.

Autochtonie : Qualifie une espèce végétale ou animale originaire de l'endroit où elle se trouve.

Bande antéhumérale : Bande claire située sur le thorax.

Basique : Désigne une eau dont le pH est supérieur à 7.

Biotope : Milieu biologique présentant des facteurs écologiques définis, nécessaires à l'existence d'une communauté animale et végétale donnée et dont il constitue l'habitat normal.

CEN Auvergne : Conservatoire d'Espaces Naturels d'Auvergne.

Chaulage : Technique de traitement à la chaux. Le chaulage d'un lac acidifié (par les pluies acides ou par un drainage minier acide, par exemple) permet de rééquilibrer, au moins provisoirement le pH de l'eau pour y permettre la vie de certaines espèces, et une moindre circulation et une moindre

biodisponibilité de métaux lourds et métalloïdes toxiques. Le chaulage d'un lac acidifié ou naturellement acide a parfois une vocation d'amendement visant à augmenter la production piscicole. Si l'acidité du milieu était naturelle, il peut perturber la flore et la faune du lieu. Le chaulage permet également de réduire la turbidité des eaux grâce au pouvoir floculant de la chaux (*Source* : Wikipédia).

Clade : Groupe d'organismes, vivants ou ayant vécu, comprenant un organisme particulier et la totalité de ses descendants.

CMR : Abbréviation utilisée pour désigner une étude basée sur le principe « Capture/Marquage/Recapture ».

Cœur copulateur : Nom donné à la forme prise par un couple d'odonates en train de s'accoupler.

Compétition interspécifique : Concurrence entre deux espèces différentes pour une même ressource (nourriture, gîte, etc.).

Corridor écologique : Expression employée pour désigner un ou des milieux reliant fonctionnellement entre eux différents habitats vitaux pour une espèce, une population, une métapopulation ou un groupe d'espèces ou métacommunauté.

CRAIG : Centre Régional Auvergne-Rhône-Alpes de l'Information Géographique.

Cuticule : Membrane externe des arthropodes.

Cyanobactérie : Bactérie photosynthétique, appelée autrefois algue bleu-vert.

Diapause : Période au cours de laquelle l'activité métabolique ou le développement d'un insecte est suspendu sous l'action de facteurs internes ou externes, par exemple en réponse à l'émergence de conditions environnementales défavorables (Grand & Boudot, 2006 ; Dijkstra, 2007).

Ectoparasite : Organisme vivant à la surface d'un autre organisme qu'il parasite.

Efflorescence cyanobactérienne : Augmentation relativement rapide de la concentration en cyanobactéries.

Emergence : Période où la larve de libellule quitte l'eau, mue et se transforme en imago volant (Dijkstra, 2007).

Endophyte (ponte) : Ponte où les œufs sont insérés par la femelle à l'intérieur des tissus végétaux vivants ou morts (habituellement dans les hydrophytes et les hélophytes, mais parfois aussi dans les branches de ligneux surplombant l'eau ou des plantes terrestres riveraines).

Euryèce : Désigne un taxon présentant une écologie relativement large.

Eutrophe : Désigne une eau riche en éléments nutritifs.

Eutrophisation : Déséquilibre biologique causé par le rejet d'éléments nutritifs (matière organique, nitrates ou phosphates) d'origine humaine dans les milieux aquatiques et provoquant une désoxygénation de l'eau.

Exuvie : Peau ôtée lors d'une mue. Pour les libellules, ce terme concerne surtout la dépouille larvaire laissée lors de l'émergence.

Gazon amphibie : Formation végétale se développant sur les grèves et composée de plantes héliophiles supportant une alternance de périodes très humides allant jusqu'à la submersion et de périodes sèches parfois très prononcées.

Gouille : Fosse de tourbage.

Gilde trophique : Ensemble d'espèces qui exploitent une même ressource alimentaire.

Habitat : Ensemble des milieux terrestres et/ou aquatiques qui réunissent les conditions écologiques favorables au complet développement d'une espèce.

Hélophyte : Plante hygrophile dont la partie végétative se trouve au moins partiellement

en dehors de l'eau. En hiver ne subsiste que la souche enracinée dans les sédiments (Deliry, 2008).

Hémimétabole : Insecte dont la vie des larves et des adultes s'effectuent dans deux milieux différents (par exemple, larves aquatiques et adultes terrestres).

Hétérométabole : Insecte à métamorphose progressive, n'ayant pas de stade immobile entre la larve et l'adulte.

Holarctique : Terme utilisé en biogéographie pour désigner les régions néarctiques et paléarctiques, à savoir l'Amérique du Nord, l'Afrique au nord du massif de l'Atlas et l'Eurasie au nord de l'Himalaya.

Hydrophyte : Plante aquatique dont la partie végétative est totalement immergée ou située à la surface de l'eau.

Imago : Insecte adulte reproducteur.

Larve : Stade de développement qui suit l'état embryonnaire (œuf) et précède l'état adulte (ou nymphal s'il existe) et dont le développement s'effectue progressivement à la suite d'un certain nombre de mues successives.

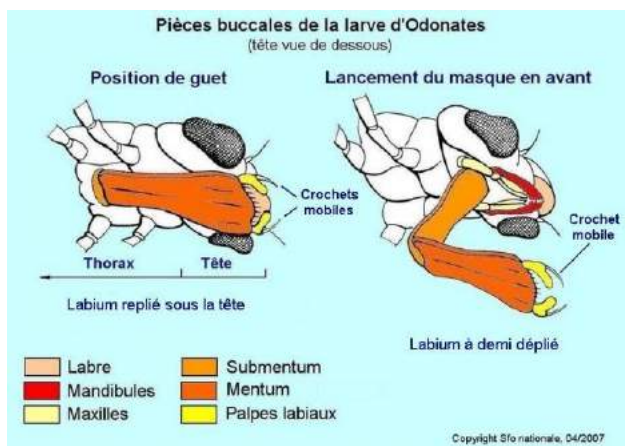
Magnocariçaie : Peuplement végétal de bas-marais et de marais plats dominés par les grandes laïches (*Carex rostrata*, *Carex vesicaria*, etc.).

Masque labial : Chez les larves de libellules, dispositif buccal articulé permettant de capturer les proies passant à proximité de l'animal. Il est composé d'un submentum, d'un mentum et de deux palpes labiaux articulés qui portent à leur extrémité un crochet mobile. La forme générale du masque (plat ou concave par exemple), la forme des différentes pièces, le nombre et la disposition des soies sur sa face interne, la présence ou non d'un sillon médian à sa base sur sa face externe, sont des caractères utilisés pour la reconnaissance des larves et des exuvies (voir Mentum).

Mégaphorbiaie : Formation végétale

hétérogène constituée de grandes herbes, généralement des dicotylédones à larges feuilles et à inflorescences vives, se développant sur des sols riches et humides. Les associations végétales qu'elles forment varient selon l'humidité, les conditions édaphiques des sols et l'exposition du milieu à la lumière.

Mentum : Une des pièces buccales qui, chez les odonates est fort développée et forme avec le submentum et les palpes labiaux, le « masque labial » caractéristique des larves (voir image ci-dessous).



Source : <http://www.libellules.org/morphologie/larves-odonates.html>

Mésotrophe : Se dit d'un milieu de vie moyennement riche en éléments nutritifs.

Métapopulation : Ensemble de petites populations qui sont reliées entre elles par des échanges d'adultes reproducteurs (Deliry, 2008).

Mue imaginale : Dernière mue larvaire, faisant passer l'individu du stade larve à celui d'adulte reproducteur (imago).

Neutre : Désigne une eau dont le pH est égal à 7.

Niche écologique : « Position » occupée par un organisme, une population ou plus généralement une espèce dans un écosystème ; l'ensemble des conditions nécessaires à une population viable de cet organisme.

Nomen nudum : Taxon nommé par un scientifique sans que l'auteur en ait fait la description, ce « nom nu » n'a pas de validité

taxonomique (Deliry, 2008).

Occurrence : Synonyme de présence (dans le sens présence/absence d'un organisme).

Oligotrophe : Se dit d'un milieu de vie qui contient peu d'éléments nutritifs (matière organique, nitrates et phosphates notamment).

Orophile : Organisme appréciant et adapté aux conditions environnementales propres aux hautes montagnes.

Paléarctique : Zone biogéographique correspondant à l'Europe, l'Asie et l'Afrique du Nord.

Parasite : Organisme vivant sur (ectoparasite) ou dans (endoparasite) un autre organisme dont il se nourrit sans le détruire.

pH (= potentiel hydrogène) : Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution en fonction de sa concentration en ions hydrogènes et suivant une échelle logarithmique de un à quatorze. Quand le $pH < 7$, le milieu est dit acide. Quand le $pH > 7$, le milieu est basique. La neutralité correspond à $pH = 7$.

Phénologie : Répartition dans le temps des phénomènes périodiques caractéristiques du cycle vital des organismes vivants (Deliry, 2008).

Phylogénie : Relation de parenté entre êtres vivants (entre individus ; entre populations ; entre espèces, etc.). L'étude de ses relations, la phylogenèse, permet de reconstituer l'évolution des organismes vivants. En phylogenèse, on représente couramment les parentés par un arbre phylogénétique.

Phylopatrie : Tendance de certains individus à rester ou à revenir à l'endroit où ils sont nés, pour se reproduire.

Pionnier : Se dit des espèces qui sont les premières à coloniser ou recoloniser un milieu nouveau ou renouvelé (Deliry, 2008).

Plasticité phénotypique : Capacité d'un organisme à modifier son phénotype en réponse à des facteurs environnementaux.

PNA : Abbréviation utilisée pour « Plan National d'Actions ».

PNRVA : Abbréviation utilisée pour « Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne ».

PNRLF : Abbréviation utilisée pour « Parc Naturel Régional Livradois-Forez ».

PRA : Abbréviation utilisée pour « Plan Régional d'Actions ».

Procte : L'une des trois lamelles caudales des larves d'Odonates. Chez les Zygoptères, elles sont très développées et sont le lieu où s'effectue l'essentiel de la respiration. Chez les Anisoptères, ils se réduisent à de petites excroissances pointues.

Pronotum : Plaque dorsale du premier segment thoracique et dont la forme est diagnostique chez beaucoup de zygoptères.

Pruinosité (syn. pruine) : Fine pellicule cireuse grise ou bleuâtre qui couvre tout ou partie du corps de certains odonates matures (Dijkstra, 2007).

Ptérostigma : Zone épaissie, opaque et souvent sombre située sur le bord antérieur de l'aile, près de l'extrémité (Dijkstra, 2007).

Radiation évolutive : Evolution rapide, à partir d'un ancêtre commun, d'un ensemble d'espèces caractérisées par une grande diversité écologique et morphologique.

Rhéophile : Qualifie les organismes liés aux eaux courantes.

RNR : Abbréviation désignant « Réserve Naturelle Régionale ».

S : Abbréviation utilisée pour « Segment abdominal ».

Site/station historique : Site ou station pour lequel/laquelle des données anciennes de présence d'une espèce existent.

Sous-espèce : Dans la classification, population d'une espèce ayant développée des caractéristiques propres, sans que ces différences n'affectent les possibilités de

reproduction au sein de l'espèce (Dijkstra, 2007).

Sténoèce : Organisme dont la survie est liée à des conditions environnementales (température, etc.) étroites.

Syntopique : Qualifie des organismes présents dans le même habitat.

Tandem : Formation d'appariement entre un mâle et une femelle d'odonates. Les appendices anaux du mâle agrippent la femelle à la tête ou au thorax (Dijkstra, 2007).

Taxon : Une entité taxonomique quelconque (genre, espèce, sous-espèce, etc).

Tyrphobionte : Organisme strictement inféodé aux milieux tourbeux.

Tyrphophile : Organisme recherchant préférentiellement les milieux tourbeux pour vivre mais pouvant également se développer dans d'autres types de milieux.

Ubiquiste : Qualifie les organismes capables de vivre dans des habitats très variés (utilisé comme synonyme de généraliste).

Univoltin : Organisme qui ne présente qu'un seul cycle de reproduction par an.

ANNEXES

1. Conditions météorologiques en mai-août 2018 et mai-août 2019.

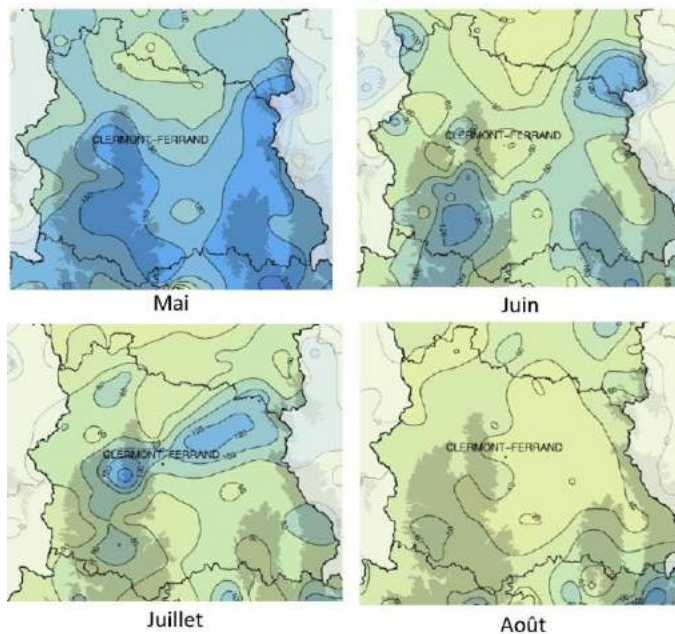
Les informations contenues dans le Tableau ci-dessous et les Cartes qui suivent proviennent des bulletins climatiques de la région Auvergne disponibles sur le site web de Météo France :

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=129&id_rubrique=29

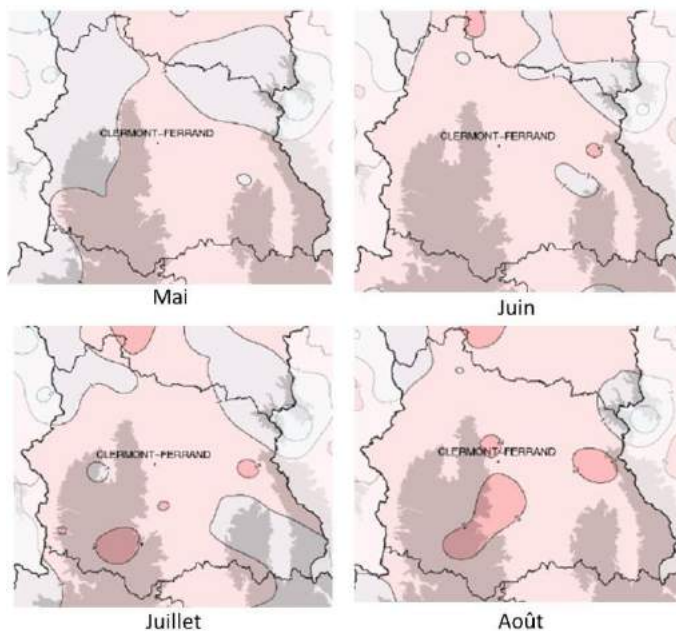
Mois	Caractère dominant du mois	Précipitations	Températures	Ensoleillement
Mai 2018	Assez doux malgré un temps souvent maussade, fréquemment perturbé et orageux. L'ensoleillement est notablement déficitaire.	Souvent orageuses, les pluies sont disparates, excédentaires sur un grand sud-est de la région, largement parfois. Menace orageuse quasi-quotidienne en dernière décade.	Les températures sont assez douces malgré un début de mois un peu frais et un rafraîchissement marqué mais de courte durée du 13 au 15, dû à une perturbation virulente.	Médiocre sur une grande partie de la région, avec seulement les 3/4 de la durée attendue, le nord du Bourbonnais atteint la normale grâce à un nombre de journées bien ensoleillées normal.
Juin 2018	Le début de mois est orageux, maussade avec des pluies irrégulières, le mois se termine avec une dernière décade sèche et ensoleillée.	Concentrées durant la première quinzaine, souvent orageuses, irrégulières et le plus souvent déficitaires au nord et à l'ouest de la région, intenses sous les orages ailleurs.	Dans l'ensemble douces aussi bien pour les minimales que pour les maximales, avec une période fraîche du 13 au 24, et une dernière journée chaude.	Bon, après deux décades assez nuageuses, l'ensoleillement généreux de la troisième décade compense, et permet d'afficher partout un excédent.
Juillet 2018	Juillet 2018 est bien ensoleillé, chaud particulièrement en fin de mois, avec des épisodes orageux répétés, irrégulièrement pluvieux.	Associées aux divers épisodes orageux, parfois intenses et calamiteuses, insuffisantes sur le Bourbonnais, plus importantes mais irrégulières en de nombreux points de la région.	Chaleur tout au long du mois, avec souvent un nombre record de journées où la température dépasse 25°C; le pic de chaleur en fin de mois (du 23 au 27) reste modéré par les orages.	L'ensoleillement est bon, dépasse de 1/3 la normale; un peu plus limité sur le relief à cause du développement fréquent de nuages orageux.
Août 2018	Soleil et chaleur sont encore au rendez-vous ce mois-ci. Côté précipitations, c'est majoritairement la sécheresse qui touche la région. Quelques orages violents permettent toutefois à quelques points d'être	Les orages qui ont touché l'est Cantal et le nord de la Haute-Loire et le secteur de Saint-Prix dans l'Allier ont apporté un arrosage excédentaire. Ailleurs les déficits	C'est en journée que la chaleur est la plus sensible (jusqu'à 4°C de plus que la normale par endroits). Les minimales sont également plus douces mais dans une moindre mesure.	Le soleil est très généreux durant ce mois d'août de 10 à 30 % de présence supplémentaire par rapport à la normale soit un bonus de 25 à 52 heures du sud au nord.

	bien arrosés.	atteignent 10 à plus de 80 %.		
Mai 2019	La fraîcheur a persisté tout le mois, avec des gelées en 1 ^{ère} décade, le soleil a légèrement manqué, et hormis quelques pluies orageuses locales, les précipitations sont déficitaires.	Malgré un temps assez souvent perturbé, les pluies sont nettement insuffisantes, hormis quelques pluies orageuses ponctuelles.	Hormis de rares journées (les 1,10,31), les températures sont restées fraîches, avec des gelées jusqu'en plaine les 6 et 7. Peu de jours chauds également.	Avec une prédominance de passages nuageux fréquents, l'ensoleillement est légèrement déficitaire sur l'ensemble de la région Auvergne.
Juin 2019	Ce mois est bien ensoleillé, avec des pluies orageuses le plus souvent insuffisantes, chaud malgré une longue période assez fraîche, se terminant par une canicule inédite, assez intense.	Les précipitations qui se sont produites lors de plusieurs épisodes orageux parfois intenses, sont presque partout déficitaires sauf sur de nombreux postes de Haute-Loire et ses abords.	Pic de chaleur en début de mois avant une longue période plus fraîche, retour de la chaleur en troisième décade avec une canicule en fin de mois remarquable par son intensité et sa précocité.	Avec une troisième décade bien ensoleillée, le soleil est excédentaire ce mois-ci (jusqu'à 25%) hormis sur le nord du Bourbonnais plus affecté par les passages nuageux.
Juillet 2019	Juillet 2019 est bien ensoleillé, très chaud avec une canicule courte mais assez intense, assez souvent orageux mais avec des pluies parfois intenses mais ponctuelles et insuffisantes.	Les pluies, souvent orageuses, parfois intenses et dommageables sont restées ponctuelles, insuffisantes de près d'1/3 en moyenne sur la région.	Hormis un peu de fraîcheur matinale en milieu et toute fin de mois, juillet 2019 est très chaud dans l'ensemble, caniculaire au milieu de la 3 ^{ème} décade.	L'ensoleillement est très bon, notamment sur le nord de la région, le nombre de journées bien ensoleillées est important.
Août 2019	Mois bien ensoleillé, chaud grâce aux températures maximales, souvent orageux avec des pluies associées déséquilibrées, parfois intenses et conséquentes, parcimonieuses au nord.	Les pluies orageuses importantes, répétées ont affecté en priorité le sud-est de la région, désertant une grande partie nord-ouest: ce déséquilibre est marqué et conséquent.	Malgré des journées assez fraîches en 2 ^{ème} décade, mois chaud surtout grâce aux températures maximales avec donc un nombre de journées chaudes et très chaudes important.	Ce mois d'août 2019 est bien ensoleillé avec un excédent de 14 à 25% selon les points de mesures, le nombre de journées bien ensoleillées est excédentaire.

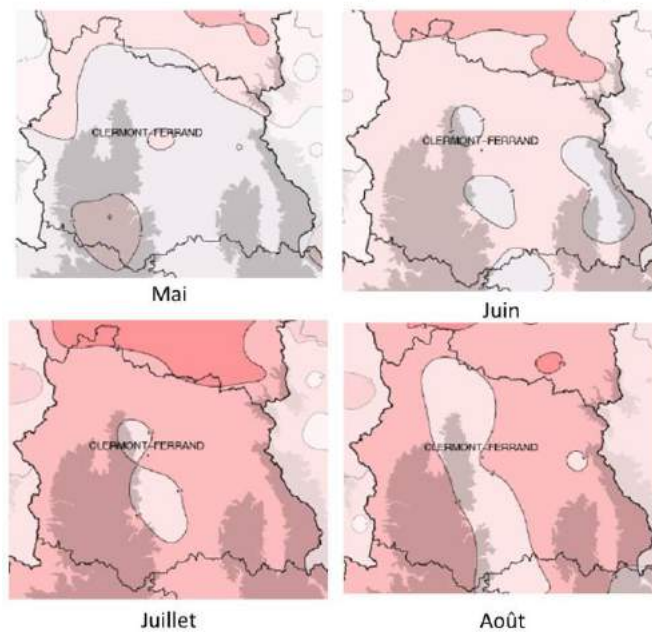
Précipitations (mm) 2018



Ecart à la normale mensuelle des températures minimales (°C) 2018

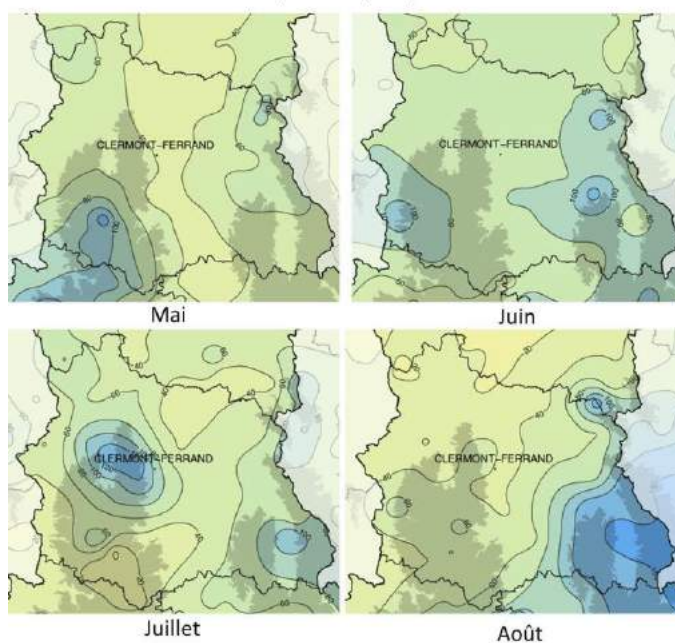


Ecart à la normale mensuelle des températures maximales (°C) 2018

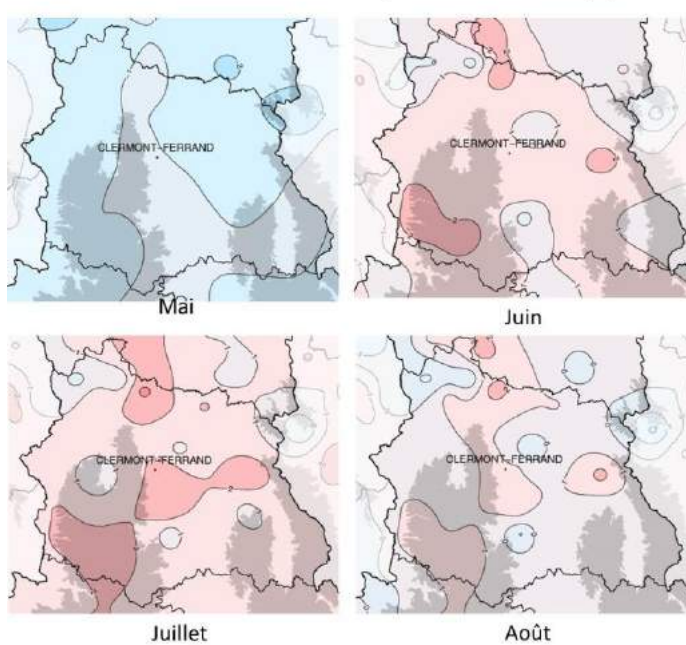


Remarque : La période de référence considérée pour les normales mensuelles des températures est 1981-2010.

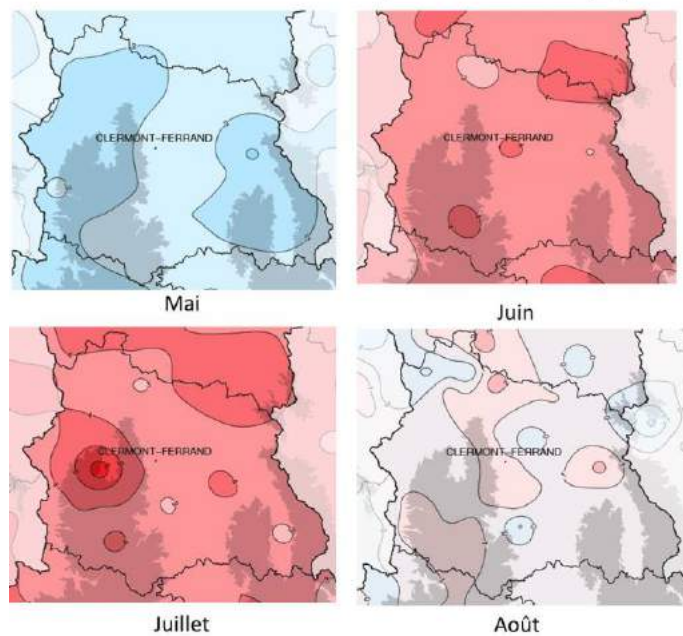
Précipitations (mm) 2019



Ecart à la normale mensuelle des **températures minimales** (°C) 2019



Ecart à la normale mensuelle des **températures maximales** (°C) 2019



Remarque : La période de référence considérée pour les normales mensuelles des températures est 1981-2010.

2. Fiche de terrain utilisée lors des prospections

FICHE INVENTAIRE SITES

Prospecteur :

Date :

Code site :

Lieu-dit :

N° de maille :

Météo : T°C : 13 – 15 15 – 20 20 – 25 25 – 30 > 30

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

(3 choix max) Prairie humide/marais non tourbeux Autre :

Milieux environnants : Prairie d'estive Prairie de fauche Boisement forestier
(3 choix max) 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
Vgt° aquatique : flottante (lentilles...) hélrophytes (carex, prêle...) hydrophytes (potamots, myriophylles...)
Si présence d'hydrophytes, espèces/genres dominantes :

Présence de l'espèce : oui non

Adulte : - nombre : - M/F : Comportement :

Exuvie : - nombre : - M/F :

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

- Autres espèces observées

- pour *L. dubia* :

Présence de gouilles/fosses de tourbage/dépressions en eau entourées de sphaignes oui non
Si oui (3 choix max) : 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 : oui non
 Adulte : - nombre : - M/F : Comportement :
 Exuvie : - nombre : - M/F :

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

- pour *S. arctica* :

Présence de gouilles/fosses de tourbage/dépressions en eau entourées de sphaignes oui non
Si oui (3 choix max) : 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 : oui non
 Adulte : - nombre : - M/F : Comportement :
 Exuvie : - nombre : - M/F :

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

Eléments témoignant des usages sur le site

Eléments indiquant une gestion agricole : Clôtures Bétail : lequel
.....
 Autres traces :.....
Eléments indiquant une gestion forestière : Plantation – espèce 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 :

3. Distribution en Auvergne des espèces d'odonates contactées

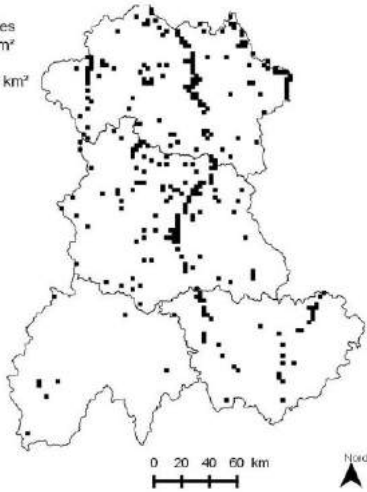
Les cartes de distribution qui suivent sont extraites de G.O.A. (2017).

ZYGOPTERA

CALOPTERYGIDAE

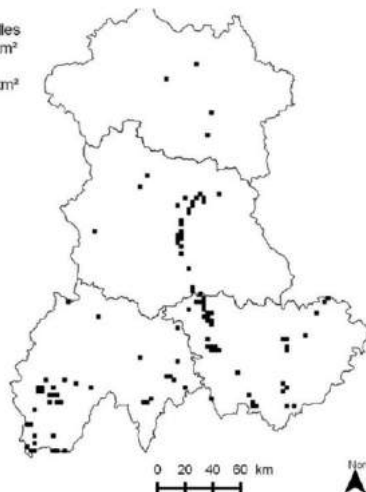
Calopteryx splendens

n=308 mailles
de 2x2 km²
surf= 1 232 km²



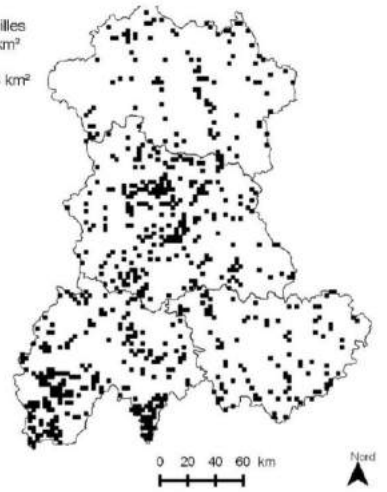
Calopteryx xanthostoma

n= 111 mailles
de 2x2 km²
surf= 444 km²



Calopteryx virgo

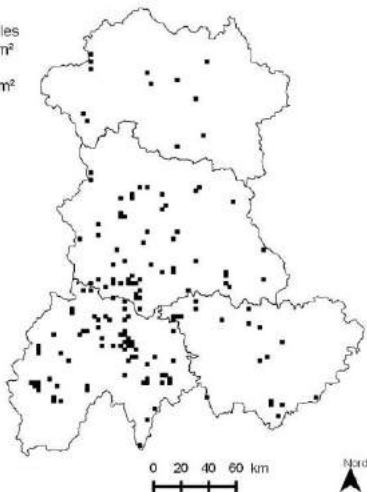
n= 724 mailles
de 2x2 km²
surf= 2896 km²



LESTIDAE

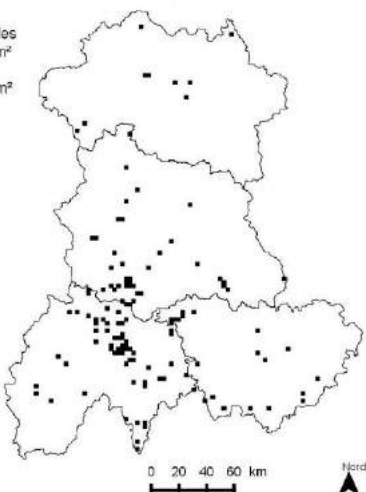
Lestes sponsa

n= 156 mailles
de 2x2 km²
surf= 624 km²



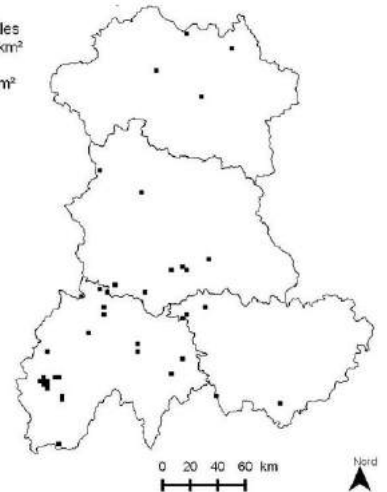
Lestes dryas

n= 127 mailles
de 2x2 km²
surf= 508 km²



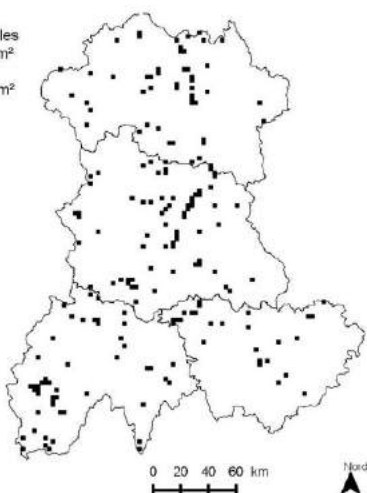
Lestes virens

n= 40 mailles
de 2x2 km²
surf= 60 km²



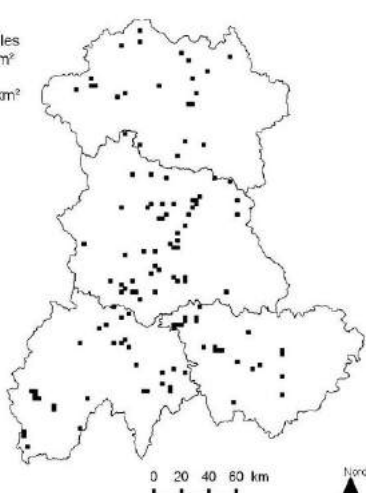
Chalcolestes viridis

n= 193 mailles
de 2x2 km²
surf= 772 km²



Sympecma fusca

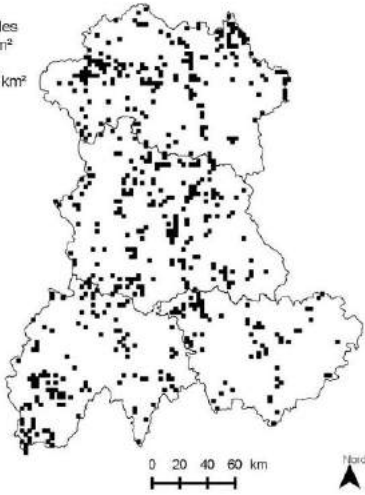
n= 125 mailles
de 2x2 km²
surf= 500 km²



COENAGRIONIDAE

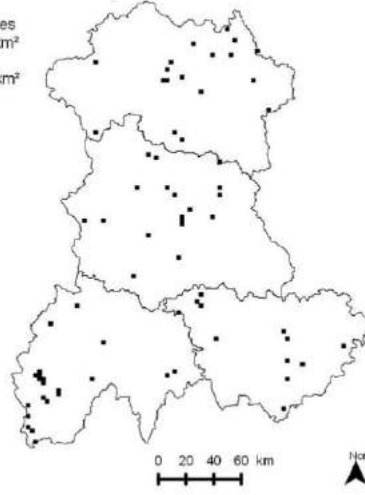
Ischnura elegans

n= 699 mailles
de 2x2 km²
surf= 2 396 km²



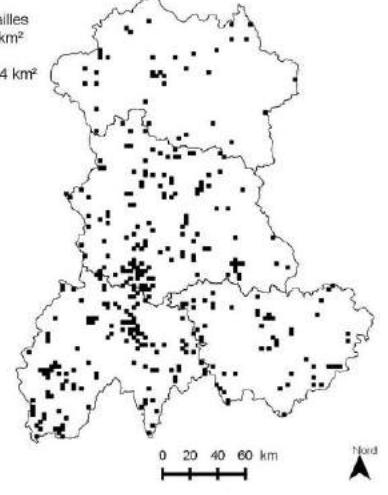
Ischnura pumilio

n= 69 mailles
de 2x2 km²
surf= 276 km²



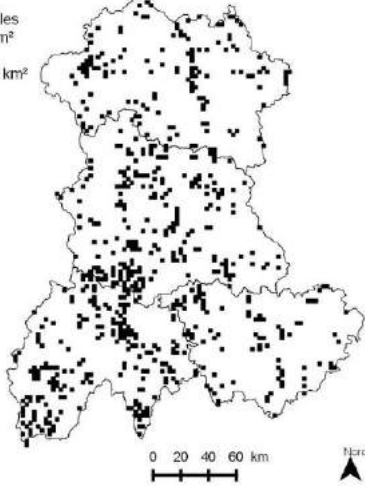
Enallagma cyathigerum

n= 361 mailles
de 2x2 km²
surf= 1 444 km²



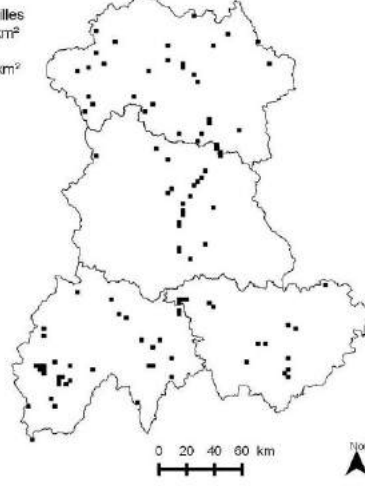
Coenagrion puella

n= 663 mailles
de 2x2 km²
surf= 2 652 km²



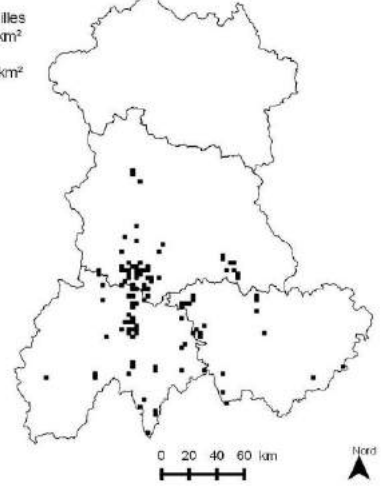
Coenagrion scitulum

n= 108 mailles
de 2x2 km²
surf= 432 km²



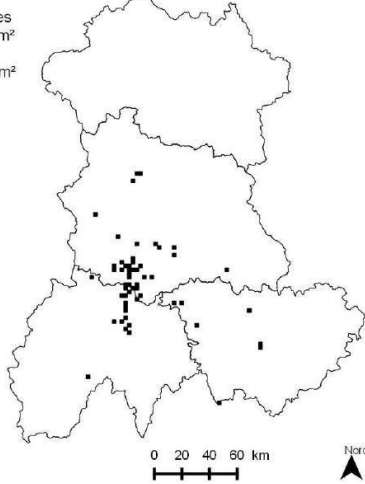
Coenagrion hastulatum

n= 110 mailles
de 2x2 km²
surf= 440 km²



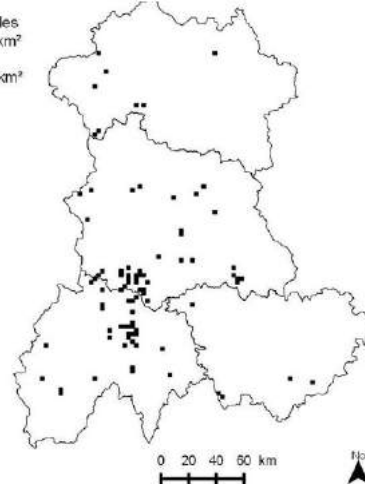
Coenagrion lunulatum

n= 56 mailles
de 2x2 km²
surf= 224 km²



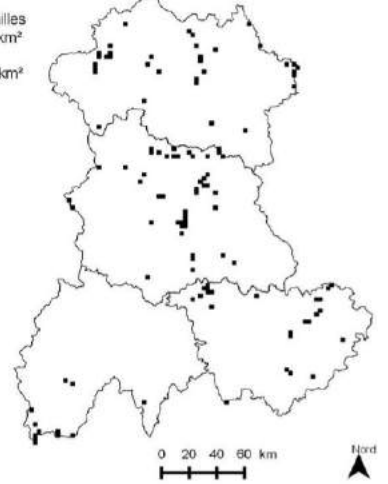
Erythromma najas

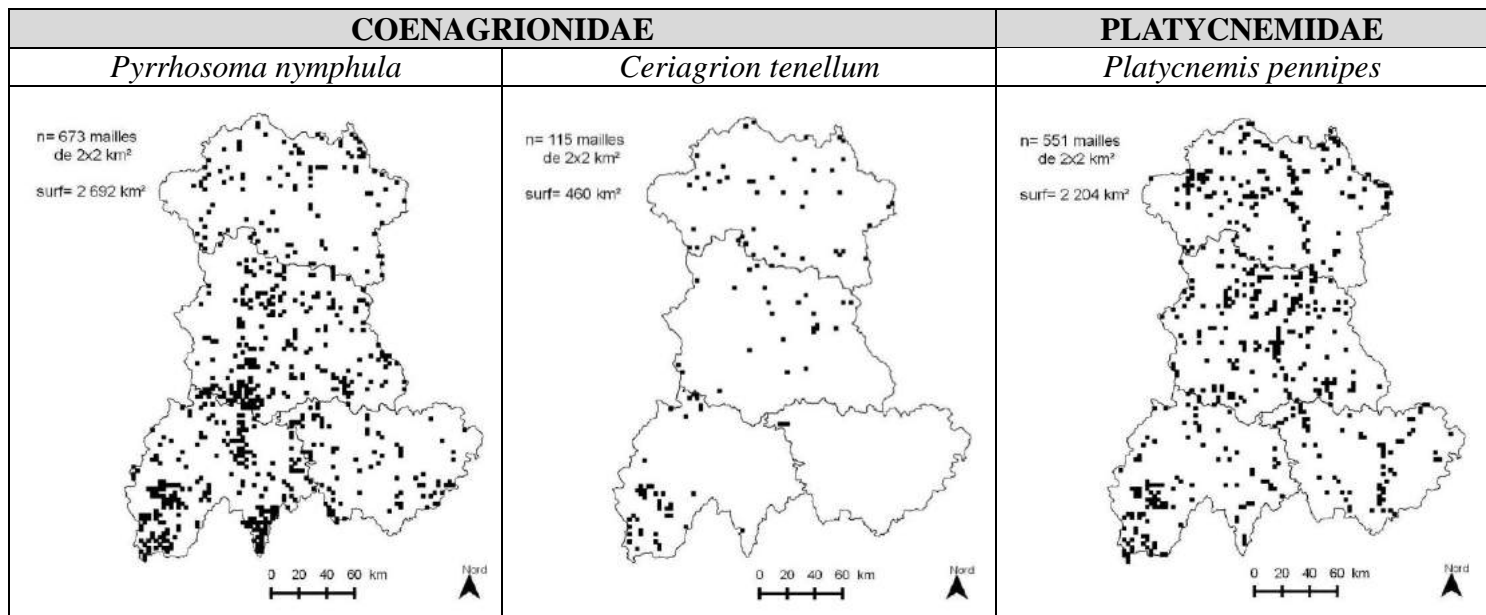
n= 86 mailles
de 2x2 km²
surf= 344 km²



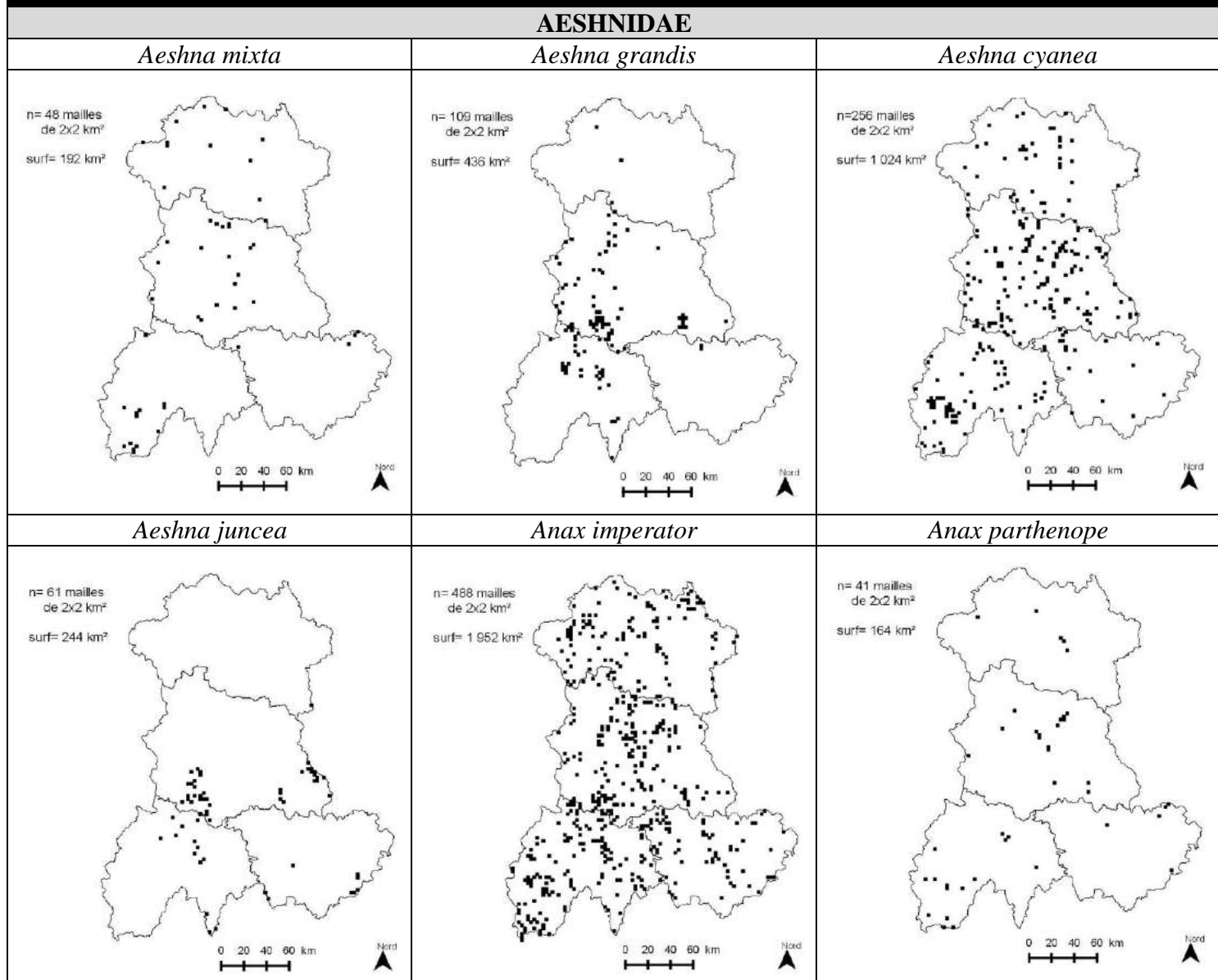
Erythromma lindenii

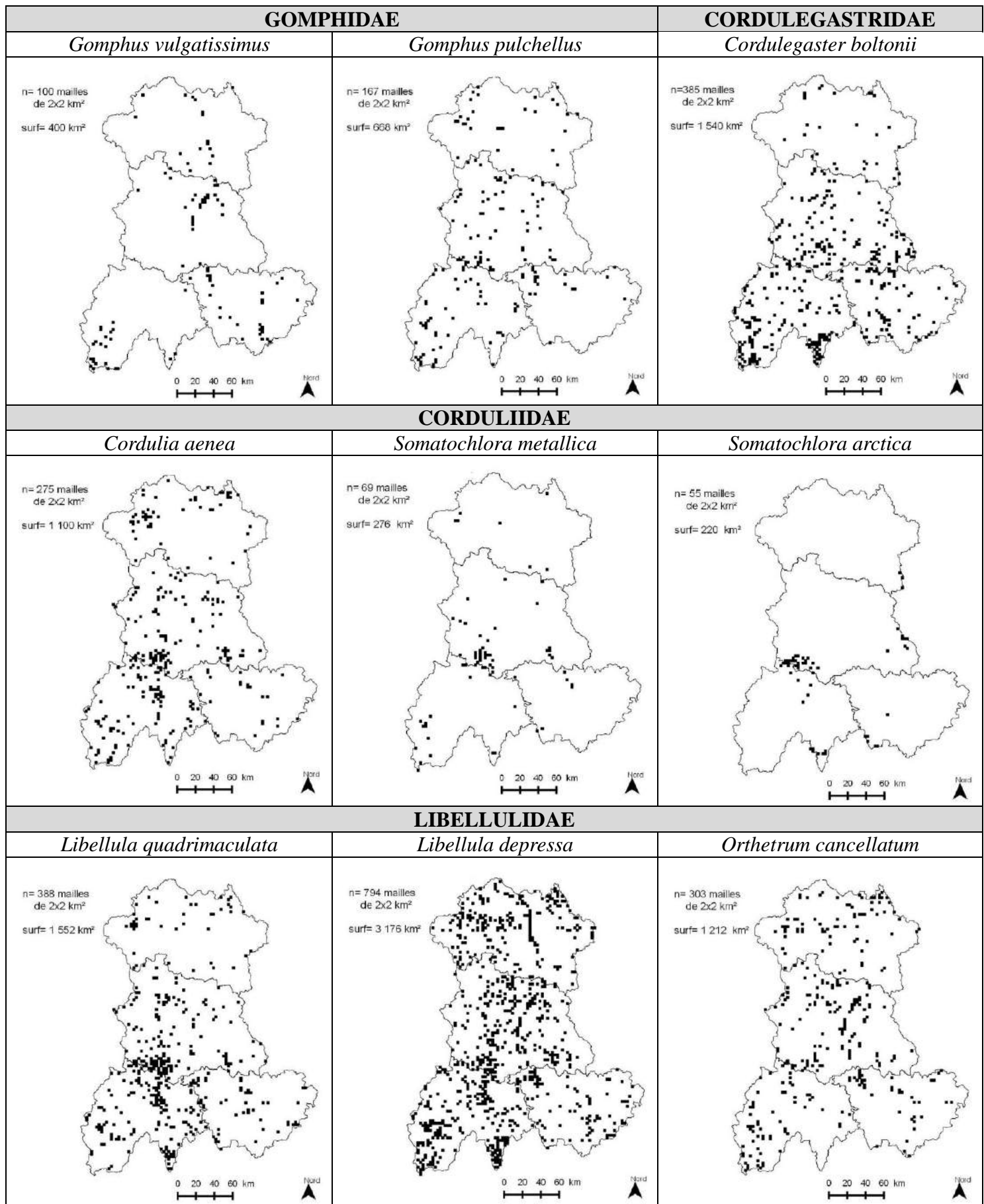
n= 116 mailles
de 2x2 km²
surf= 464 km²





ANISOPTERA

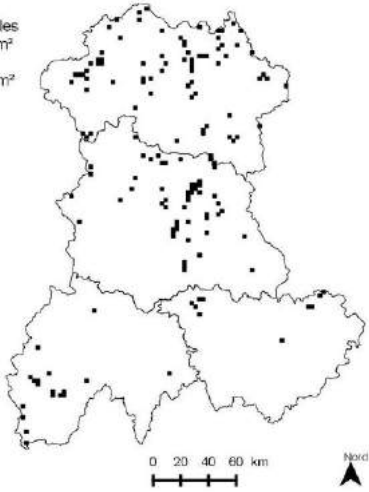




LIBELLULIDAE

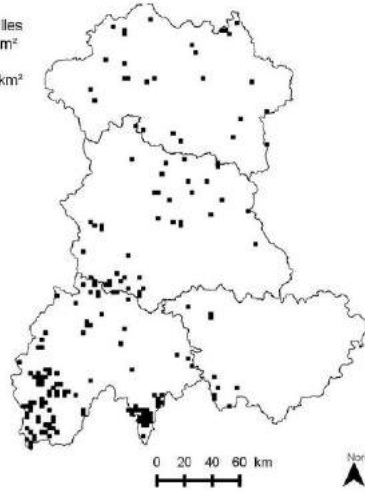
Orthetrum albistylum

n= 157 mailles
de 2x2 km²
surf= 628 km²



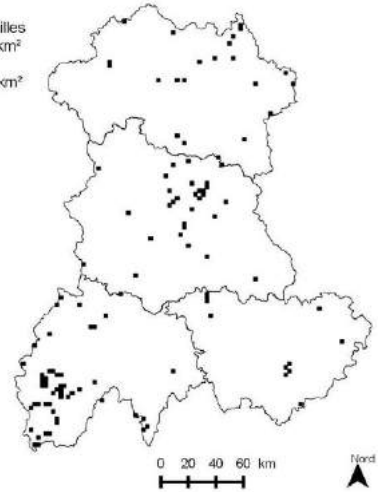
Orthetrum coerulescens

n= 190 mailles
de 2x2 km²
surf= 760 km²



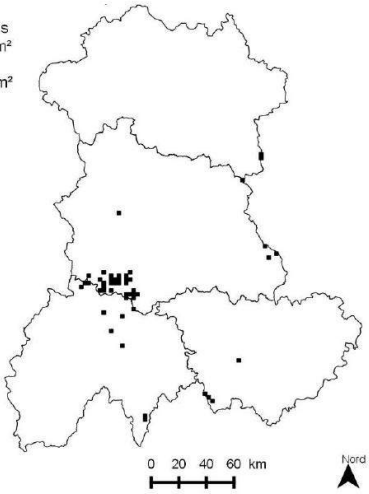
Orthetrum brunneum

n= 115 mailles
de 2x2 km²
surf= 460 km²



Leucorrhinia dubia

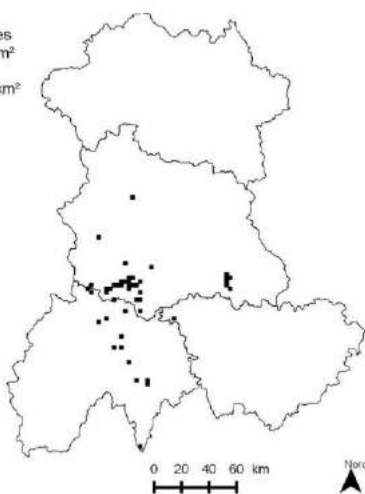
n= 49 mailles
de 2x2 km²
surf= 196 km²



Sympetrum danae

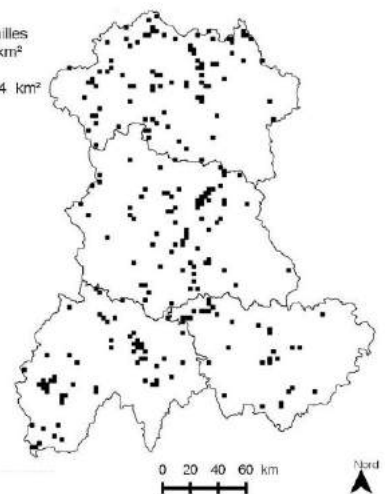
n= 45 mailles
de 2x2 km²
surf= 184 km²

le non



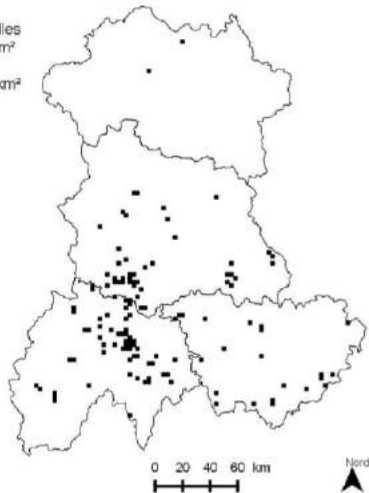
Sympetrum sanguineum

n= 261 mailles
de 2x2 km²
surf= 1 044 km²



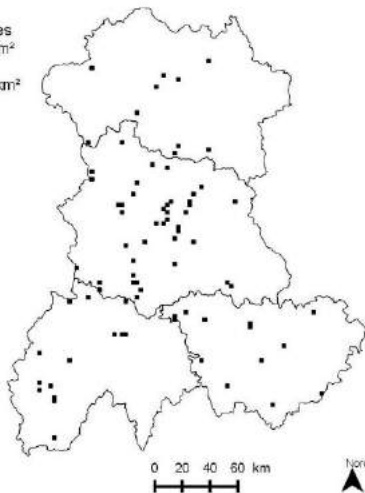
Sympetrum flaveolum

n= 125 mailles
de 2x2 km²
surf= 500 km²



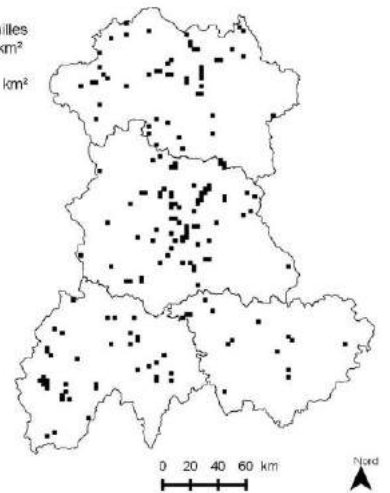
Sympetrum fonscolombii

n= 78 mailles
de 2x2 km²
surf= 312 km²



Sympetrum striolatum

n= 182 mailles
de 2x2 km²
surf= 728 km²



4. Mandat PNRLF



**Propriétaires concernés par l'amélioration
des connaissances sur les libellules des
tourbières.**

Le Directeur
2018.0650 DV/NL/CB

Saint-Gervais-sous-Meymont,
le 19 juin 2018.

Madame, Monsieur,

Les étangs tourbeux et les petites pièces d'eau de nos montagnes abritent plusieurs espèces de libellules rares, en particulier l'Agrion à lunules, espèce dont 90% des effectifs français se trouvent en Auvergne. Le Parc Livradois-Forez mène un programme d'étude en partenariat avec la Société d'Histoire Naturelle Alcide d'Orbigny (SHNAO) pour mieux comprendre sa répartition et son écologie.

Vous êtes propriétaire d'une ou plusieurs parcelle(s) située(s) dans une zone où cette espèce est susceptible d'être rencontrée.

C'est pourquoi les techniciens du Parc Livradois-Forez et la SHNAO seront amenés à prospecter dans ce secteur et éventuellement sur vos parcelles.

Les observations réalisées par capture au filet à papillon ne laissent aucune trace sur le terrain. Aucun prélèvement n'est réalisé sur place et tous les insectes capturés sont immédiatement relâchés après détermination.

Pour davantage d'information sur le projet ou si vous ne souhaitez pas que vos parcelles soient prospectées, merci de prendre contact avec Nathanaël LEFEBVRE, coordinateur du projet au Parc Livradois-Forez : 04 73 95 57 80 ou n.lefebvre@parc-livradois-forez.org.

Vous remerciant pour votre compréhension, je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le Directeur,

Dominique VERGNAUD