GORGES DE L'ARDÈCHE
SYNDICAT DE GESTION



AMELIORATION DES CONNAISSANCES DES POPULATIONS D'ODONATES D'INTERET PATRIMONIAL ET COMPLEMENT DES INVENTAIRES AU SEIN DE L'ESPACE NATUREL SENSIBLE DES GORGES DE L'ARDECHE

Année 2014

Clément CHAUVET, Stagiaire Master 2

Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche
Le village
07700 Saint-Remèze

Sous la responsabilité de Denis DOUBLET
Conservateur de la Réserve Naturelle Nationale des Gorges de l'Ardèche
Directeur adjoint du Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche

GORGES DE L'ARDÈCHE
SYNDICAT DE GESTION

Réserve Naturelle
GORGES DE L'ARDECHE

Financements :

ardèche
LE CONSEIL GENERAL

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES

Crédits photographiques de la couverture et de l'ensemble du rapport : Clément Chauvet

Remerciements

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance envers les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien durant l'ensemble de ma formation en Master 2 et tout particulièrement durant mon stage au sein du Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche (SGGA), stage que j'ai réellement apprécié tant sur le domaine professionnel que naturaliste.

Merci :

A Denis Doublet, mon maître de stage, conservateur de la Réserve Naturelle Nationale des Gorges de l'Ardèche (RNNGA), pour sa confiance et sa vision pratique du sujet ;

A Nicolas Bazin, garde technicien et référent faune au SGGA, pour ses conseils, sa bonne humeur et ses nombreux enseignements sur les différents groupes faunistiques ;

A Laurent Pélozuelo, tuteur universitaire de ce stage, pour ses conseils ;

Aux naturalistes Bernard Pont, conservateur de la Réserve Naturelle de l'ile de la Platière, Alain Ladet de la FRAPNA, Charlotte Meunier, chargée d'étude Natura 2000 - SGGA, Olivier Peyronel, garde technicien-animateur - SGGA, pour leurs aides et leurs conseils sur mon protocole ;

A Cyrille Deliry, président du groupe Sympetrum de Rhône-Alpes, pour ses précieux conseils pour mon rapport, ses petits plus de terrain et sa présence lors d'une journée de prospection ;

A toutes les personnes qui m'ont aidé durant ma phase de terrain et notamment à Sébastien Rambert, apprenti - SGGA, Lucas Gleizes, chargé d'étude - SGGA, Faustin Rizet, stagiaire - SGGA, Gabrielle Jacquin, stagiaire - SGGA et à Lila Gouache, stagiaire – SGGA ;

A l'ensemble des professionnels du SGGA pour leurs précieux conseils et leurs bonnes humeurs quotidiennes ;

A toutes les personnes ayant relu mon rapport notamment Denis Doublet, Nicolas Bazin, Lucas Gleizes et un merci particulier à Kevin Cilleros pour son aide précieuse en statistiques.

Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS 4

INTRODUCTION 5

A. Contexte 5

B. Zone d'étude 6

C. Objectifs et problématiques de la mission 6

I. ETUDE SUR *OXYGASTRA CURTISII* ET *GOMPHUS GRASLINII* ET MISE EN PLACE D'UN SUIVI A L'ECHELLE DE L'ENS DES GORGES DE L'ARDECHE 7

A. Présentation des deux espèces 8

1) Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) (Dale, 1834) 8

2) Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) (Rambur, 1842) 9

B. Etat des connaissances 10

C. Méthode de travail 11

1) Choix des zones d'études et positionnement des transects 11

2) Analyse des habitats des différents transects 13

3) Collecte des exuvies et observation des imagos 14

4) Méthodes d'analyses cartographiques et statistiques 15

D. Résultats 16

1) *Oxygastra curtisii* 16

2) *Gomphus graslinii* 20

3) Cortège odonatologique de la zone et place des deux espèces 24

E. Analyse et discussion 25

1) Description des sites favorables d'émergence 25

2) Effectif et répartition dans l'ENS des Gorges de l'Ardèche 26

3) Phénologie et sex-ratio 27

4) Cortège odonatologique 28

5) Limite de l'étude 28

Synthèse 29

II. COMPLEMENT D'INVENTAIRE SUR L'ENS DES GORGES DE L'ARDECHE 30

A. Etat des connaissances 30

B. Méthode de travail 30

1) Définition des sites de prospection 30

2) Réalisation des prospections de terrain 31

3) Analyse des observations 32

C. Résultats et discussion **32**
1) Prospections sur l'Ardèche 32
2) Prospections sur le Rieussec et le Tiourre 38
3) Bilan inventaire odonatologique au sein de l'ENS 40
4) Limites de l'inventaire 40
5) Zoom sur les propriétés du Conseil Général de l'Ardèche 40

Synthèse **42**

III. POURSUITE DE L'ETUDE ET PRECONISATION DE GESTION **43**

CONCLUSION **52**

BIBLIOGRAPHIE **53**

ANNEXES **55**

Liste des abréviations

CG07 : Conseil Général de l'Ardèche

CILIF : Complément à l'Inventaire des Libellules de France

ENS : Espace Naturel Sensible

FRAPNA : Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

PNA : Plan National d'Action

RNNGA : Réserve Naturelle Nationale des Gorges de l'Ardèche

SFO : Société Française d'Odonatologie

SGGA : Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche

STELI : Suivi Temporel des Libellules

Introduction

A. Contexte

Avec près de 6000 espèces décrites à ce jour dans le monde (soit environ 1% des insectes décrits) (Grand et Boudot, 2006), les Odonates sont certainement l'un des groupes d'invertébrés le mieux connu et le plus étudié. Leur grande dépendance vis-à-vis des milieux aquatiques fait que les odonates sont particulièrement menacés par les atteintes portées à ces habitats (aménagement, pollution, drainage, artificialisation, …) (Kalman et *al.*, 2010 ; Dupont, 2010). A l'échelle européenne, la Liste Rouge fait ressortir que 15 % des 138 espèces dénombrées sont classées comme en danger et 25 % présentent une régression de leurs populations (Kalman et *al.*, 2010). La France n'échappe malheureusement pas à ce constat avec une vingtaine d'espèces menacées sur les 93 présentes (Dommanget et *al.*, 2009).

Cette situation alarmante a poussé la France à intégrer les odonates dans ses priorités environnementales. Les statuts de conservation des différentes espèces ont été évalués par des protocoles standardisés (CILIF, STELI, protocole Macrophytes/Odonates de RNF,…) et ont conduit à la création de listes rouges régionales et départementales (notamment en Rhône-Alpes). Dans le but d'assurer la préservation de ces espèces, un Plan National d'Actions (PNA) en faveur des Odonates a été mis en place en 2010 pour une durée de cinq ans (Dupont, 2010), lequel a permis plusieurs déclinaisons régionales. Ce PNA, visant 18 espèces, présente à la fois des enjeux de conservation mais aussi d'approfondissement des connaissances. La déclinaison Rhône-Alpes est en cours de rédaction et de planification afin de cibler des problématiques régionales. Cette région est celle qui recèle la plus grande richesse spécifique avec 84 espèces d'odonates et presque toutes les espèces inscrites dans le PNA (Deliry, 2013). De ce fait, cette région possède une grande responsabilité vis-à-vis de ce groupe faunistique. Le département de l'Ardèche, quant à lui, compte 69 espèces soit environ 75 % de la richesse française (Ladet et *al.*, 2012).

Les Gorges de l'Ardèche possèdent des caractéristiques géomorphologiques et biogéographiques particulières et abritent une faune et une flore riches et diversifiées. Traversée par la rivière Ardèche et quelques affluents, elles renferment un cortège odonatologique de richesse « moyenne » (Ladet et Bauvet, 2001) surement dû à la rareté des annexes du cours d'eau et à la morphologie en gorges. Cependant cette zone renferme au moins deux espèces patrimoniales et PNA : *Gomphus graslinii* et *Oxygastra curtisii.* L'étude demandée par le SGGA et financée par le CG07, est divisée en deux parties. Premièrement, une étude sur les deux espèces patrimoniales est présentée. Deuxièmement les résultats des compléments d'inventaires seront présentés. Pour finir, des suites potentielles à ce travail seront proposées.

B. Zone d'étude

Ce travail a été effectué au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche (RNNGA + Site classé du Pont d'Arc) lui-même inclus dans le site Natura 2000 du sud Ardèche et de la Dent de Rez. La zone d'étude comprend la rivière Ardèche sur 26,82 km, ses annexes directes (mares, …) et deux affluents (Tiourre et Rieussec).

C. Objectifs et problématiques de la mission

Le deuxième plan de gestion de la Réserve Naturelle et le Document Unique de Gestion du site Natura 2000 du sud Ardèche et de la Dent de Rez préconisent une amélioration des connaissances sur les populations d'insectes à fort enjeux patrimoniaux. De plus, dans le cadre de la convention « Ardèche nature » (CG07 – SGGA), le SGGA souhaite mettre en place un suivi de *Gomphus graslinii* et *Oxygastra curtisii* sur l'ENS des Gorges de l'Ardèche.

L'étude sur *G. graslinii* et *O. curtisii* a plusieurs objectifs :

- Améliorer les connaissances (phénologie, sex-ratio, …) sur ces deux espèces selon les exigences du PNA et notamment répondre à la question suivante : **Quelles sont les conditions les plus favorables pour l'émergence des deux espèces (*G. graslinii* et *O. curtisii*) au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche?** ;
- Etudier la répartition des deux espèces au sein de l'ENS ;
- Mettre en place un suivi sur le long terme (veille écologique).

Le complément d'inventaire vise à :

- Améliorer les connaissances sur la biodiversité de l'ENS ;
- Préparer un éventuel futur travail sur la fonctionnalité et l'état de la rivière Ardèche sur ce secteur.

I. Etude sur *Oxygastra curtisii* et *Gomphus graslinii* et mise en place d'un suivi à l'échelle de l'ENS des Gorges de l'Ardèche

O. curtisii et *G. graslinii* sont signalés comme présents dans les Gorges de l'Ardèche depuis le début des années 1992 selon les données de la RNGGA (base de données SERENA). Le sud Ardèche (dont l'ENS des Gorges de l'Ardèche) accueille l'essentiel des stations connues en Rhône-Alpes, notamment pour *G. graslinii*. Cette zone présente des enjeux pour la conservation des deux espèces. Elles présentent plusieurs statuts de protection et de classement (Tableau 1) et sont ciblées par le PNA en faveur des Odonates. Celui-ci fixe des priorités en termes d'acquisition des connaissances sur l'autoécologie (Dupont, 2010). Elles peuvent être résumées en deux points :

- Approfondir les connaissances sur les déplacements inter et intra-populationnels,
- Approfondir les connaissances sur les macro-habitats, micro-habitats et sites d'émergences favorables (notamment pour *G. graslinii*).

Cette étude tente de répondre au mieux à ces priorités grâce à la réalisation d'une cartographie de présence des deux espèces au niveau de l'ENS des Gorges de l'Ardèche, avec l'objectif de déterminer s'il y a présence de plusieurs noyaux populationnels. Une étude est réalisée sur les sites d'émergences, avec l'identification des facteurs importants qui caractérisent un site favorable. Bien que ce deuxième volet de l'étude vise surtout à répondre aux prérogatives du PNA pour *G. graslinii* (pour *O. curtisii*, ces prérogatives sont essentiellement demandées en milieux lacustres), il a été décidé de la généraliser aux deux espèces.

	Gomphus graslinii	***Oxygastra curtisii***
Directive Habitat Faune et Flore	Annexe II et IV	Annexe II et IV
Convention de Berne	Annexe II	Annexe II
Arrêté du 23 avril 2007	Article 2	Article 2
Liste rouge européenne	Quasi menacé	Quasi menacé
Liste rouge de France	En danger	Vulnérable

Tableau 1 : Statuts de protection et de classement des deux espèces (Dupont, 2010)

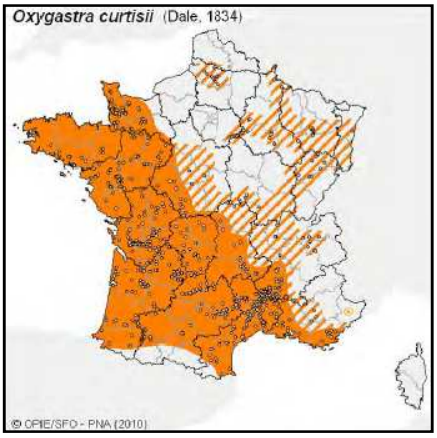
A. Présentation des deux espèces



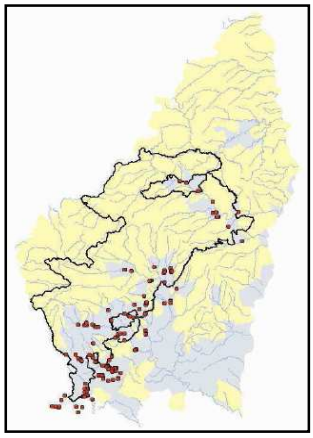
Figure 1: Imago d'*O. curtisii*

1) Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) (Dale, 1834)

Anisoptère de la famille des Corduliidae, endémique de l'Europe occidentale et de l'Afrique du Nord (populations relictuelles), *O. curtisii* est très présente sur la partie sud et ouest de la France (Carte 1) et se raréfie sur la partie nord et est du pays. Elle se retrouve fortement en sud Ardèche (Ladet et *al.*, 2012) (Carte 2).



Carte 1: Répartition française d'O. curtisii (Dupont, 2010)



Carte 2: Répartition ardéchoise (gris clair) d'O. curtisii (Ladet et al., 2012)

Les imagos (Figure 1) sont reconnaissables à la coloration vert métallique du corps et au vert brillant des yeux contrastant avec la face sombre. Ils mesurent entre 47 et 54 mm. L'abdomen est épaissi au niveau du huitième segment abdominal et arbore une série de marques médiodorsales jaunes. La base des ailes est légèrement safranée (Dijkstra et Lewington, 2007).

Cette espèce se rencontre habituellement dans des portions profondes et lentes de cours d'eau de plaine (jusqu'à 1000 m d'altitude en France et pas au dessus de 550m d'altitude en Rhône-Alpes) (Deliry, 2008). Elle affectionne les eaux bien oxygénées avec des rives plus ou moins boisées qui offrent un ombrage suffisant. Il est aussi possible de la retrouver en milieu lacustre (Dupont, 2010). Plus rarement, il est possible de la retrouver dans de petits ruisselets peu végétalisés et semi-permanents (Heidemann et Seidenbusch, 2002).

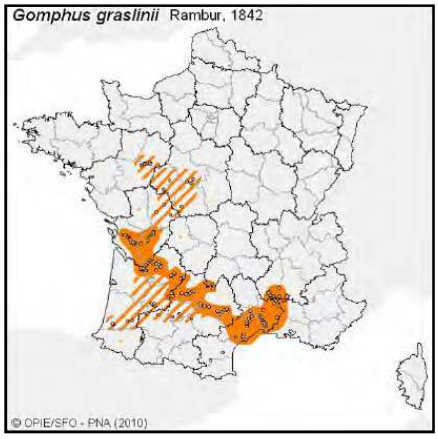
La période de vol va de mai jusqu'à fin août ou début septembre. Une phase de maturation avant reproduction est observée durant une dizaine de jours dans des milieux éloignés et abrités du vent (lisières, friches, …) (Dupont, 2010). La femelle va pondre dans une zone ombragée près de la rive à l'interface eau/racine entre mi-juin et fin août. La phase larvaire dure de 2 à 3 ans en zone peu courante ou dans des plans d'eau, le plus souvent ombragés (Dupont, 2010) avec un substrat sablo-limoneux couvert de feuilles en décomposition ou dans les chevelus racinaires immergés (Leipelt et Suhling, 2001). Même si les connaissances sur l'habitat larvaire sont plus poussées que celles connues pour *G. graslinii*, il reste encore quelques inconnues notamment sur la profondeur optimale de développement larvaire. Celle-ci semble tout de même assez profonde (plus de 1m) car les émergences ont souvent lieu au dessus de zones de vasques. Les émergences se font généralement sur des racines, des troncs ou des parois rocheuses sur une bande de 1 m de large à partir du niveau d'eau et plus rarement dans des herbiers. Elles ont lieu entre mai et juillet avec un pic les deux dernières semaines de juin dans les Gorges de l'Ardèche (Ladet et *al*., 2012).

2) Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) (Rambur, 1842)

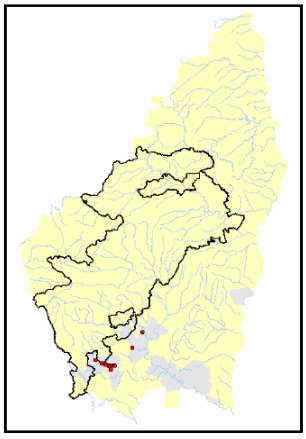
Cet Anisoptère, de la famille des Gomphidae, est endémique du sud ouest de la France (Carte 3) et de la péninsule ibérique (Dupont, 2010). En Ardèche, l'espèce occupe le quart sud-est du département et se rencontre sur l'Ardèche et trois de ces affluents, le Chassezac, la Beaume et la Ligne à son extrémité aval, soit 100 km de cours d'eau (Ladet et *al.*, 2012) (Carte 4).



Figure 2: Imagos de G. graslinii



Carte 3: Répartition française de G graslinii (Dupont, 2010)



Carte 4: Répartition ardéchoise (gris clair) de G. graslinii (Ladet et al., 2012)

Les imagos (Figure 2) mesurent entre 47 et 50 mm de long et ont une coloration jaune brillant marquée de noir et des yeux bleus vifs. L'espèce est reconnaissable grâce à sa bande antéhumérale jaune et étroite. Les mâles ont des cercoïdes fourchus et une marque jaune en forme de verre à pied sur le neuvième segment abdominal (Dijkstra et Lewington, 2007).

L'espèce est habituellement rencontrée sur les parties calmes des grands cours d'eau ou des rivières de plaine (jusqu'à 400m d'altitude en France et pas au dessus de 141m d'altitude en Rhône-Alpes) et occasionnellement sur des étangs ou des retenues artificielles. Elle affectionne tout particulièrement les eaux claires et bien oxygénées (Deliry, 2008). Le plus souvent elle est retrouvée dans des zones où la ripisylve est bien développée. Cette caractéristique ne semble pourtant pas être déterminante au vu des populations présentes dans les Gorges de l'Ardèche sur des zones de berges rocheuses (Ladet et Bauvet, 2001).

La période de vol s'étend de fin-mai à début septembre mais, en Ardèche, les individus se font rares à partir de mi-juillet (Ladet et *al.*, 2012). Les imagos ont une phase de maturation d'environ 2 semaines avant reproduction, qui se fait à plusieurs kilomètres de la zone d'émergence (prairies, lisières, …). Le pic de ponte s'observe en juillet (Dupont, 2010). Même s'il existe peu d'informations, le développement larvaire semble durer entre 2 et 3 ans (Bensettiti et Gaudillat, 2003) et les larves semblent préférentiellement affectionner les zones sableuses calmes avec une présence de feuilles mortes (Leipelt et Suhling, 2001). L'influence de certains facteurs agissant sur cette période est encore méconnue, notamment sur la profondeur optimale de développement larvaire, et cela représente un des enjeux du PNA pour cette espèce (Dupont, 2010). Les émergences se font sur les parois pentues voire verticales des berges ou dans la végétation rivulaire (racines, troncs ou parfois herbier) en moyenne à 30 cm de la surface (Deliry, 2008) (même s'il n'est pas rare d'en trouver aux alentours de 1 m). En Ardèche, les émergences sont observées de fin-mai jusqu'à la mi-juillet (pic vers la mi-juin) (Ladet et *al.*, 2012).

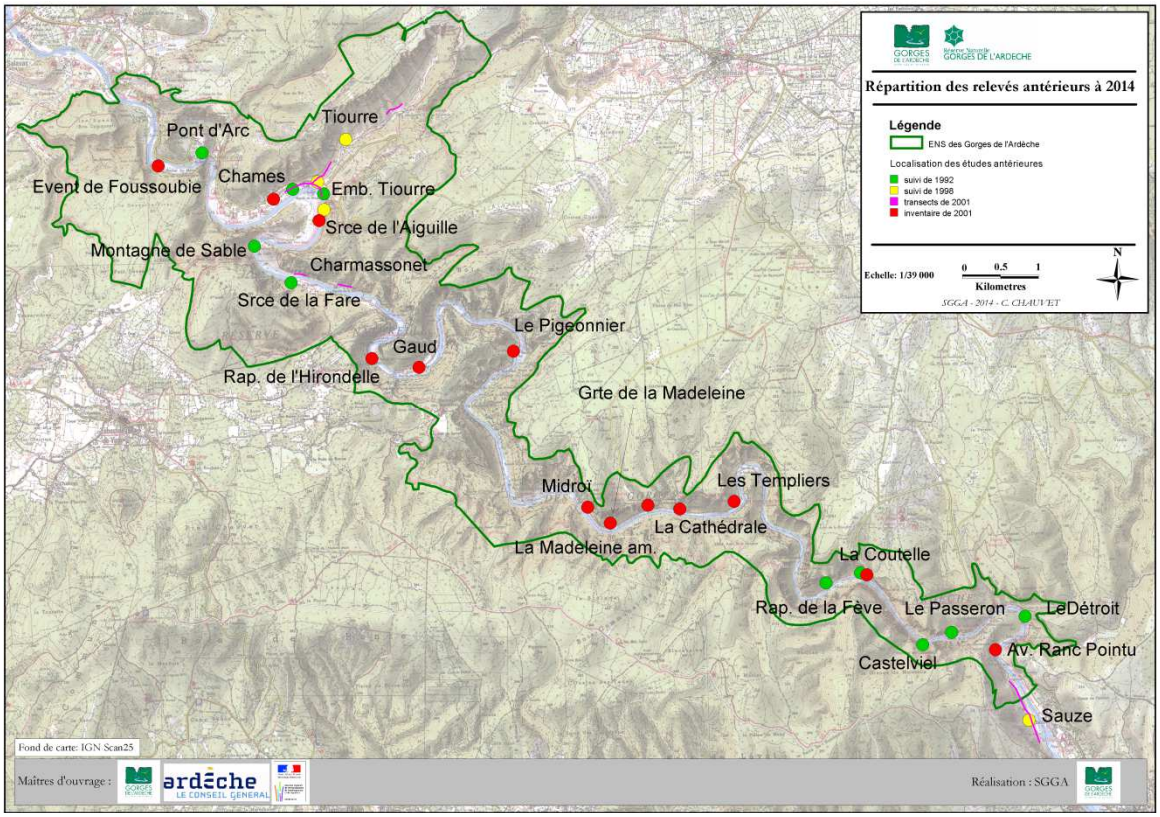
B. Etat des connaissances

Ce travail fait suite à des inventaires réalisés en interne et à quatre études sous-traitées à des structures externes. Les données internes proviennent essentiellement de contacts opportunistes lors des autres missions sur la rivière alimentant ainsi la base de données SERENA. En complément depuis 1992, quatre études ont été effectuées sur la Basse Vallée de l'Ardèche et, plus précisément, trois sur le territoire de l'ENS.

La première étude, réalisée par Ladet et la FRAPNA 07 en 1992 (Ladet, 1992), est une étude préliminaire basée sur la détection des imagos. Elle a été fortement perturbée par des conditions météorologiques peu favorables et une mise en œuvre tardive. Bien que les résultats soient incomplets, cette étude mentionne la présence de *G. graslinii* et d'*O. curtisii* et confirme leurs présences dans les Gorges.

Une deuxième étude de Faton et Sanchez en 1998, a été réalisée en utilisant le protocole Odonates – Hydrophytes de RNF (partenariat RNN des Ramières et SGGA). Ce protocole est basé sur la recherche des imagos et des exuvies. Il a l'avantage de cibler les différents faciès de la rivière et de fournir ainsi une vision globale de la zone humide prospectée. La présence de *G. graslinii* et d'*O. curtisii* est là encore confirmée, un peuplement intéressant de *G. graslinii* est présent sur le secteur de Sauze (Carte 5) et des peuplements d'*O. curtisii* sont présents à Sauze et à l'embouchure du Tiourre (Carte 5). De plus, les exuvies récoltées garantissent l'autochtonie de ces espèces au sein de l'ENS. Cette étude a été perturbée par des crues qui ont sensiblement entrainée une perte d'informations notamment au niveau de l'embouchure du Tiourre. Les zones de suivi ne couvrent pas l'ensemble du linéaire des Gorges et la communauté odonatologique au centre des Gorges (entre la source de la Fare et le rapide de la Fève) n'est toujours pas connue.

La dernière étude disponible est celle de Ladet et Bauvet, 2001. Basée à la fois sur les imagos et les exuvies, elle avait pour but de reprendre le précédent travail avec une comparaison interannuelle et d'améliorer les connaissances sur ces deux espèces. Elle a fait ressortir la présence d'effectifs intéressants (279 exuvies d'*O. curtisii* et 95 de *G. graslinii*). Les exuvies trouvées sur tous les secteurs confirment une reproduction en amont, à l'intérieur et en aval des Gorges de l'Ardèche. Ces prospections supplémentaires ont permis de couvrir l'essentiel du linéaire et de confirmer une présence régulière des deux espèces tout au long de la rivière dans l'ENS. L'étude de 2001 fournit une bonne base grâce à un protocole rigoureux et l'énoncé des difficultés rencontrées. Un entretien avec Ladet en 2014 a également permis d'éviter de nombreuses contraintes.



Carte 5: Répartition des points et transects d'observation et de récolte d'exuvies durant les trois précédentes études sur les odonates au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche (Ladet, 1992 ; Faton et Sanchez, 1998 ; Ladet et Bauvet, 2001)

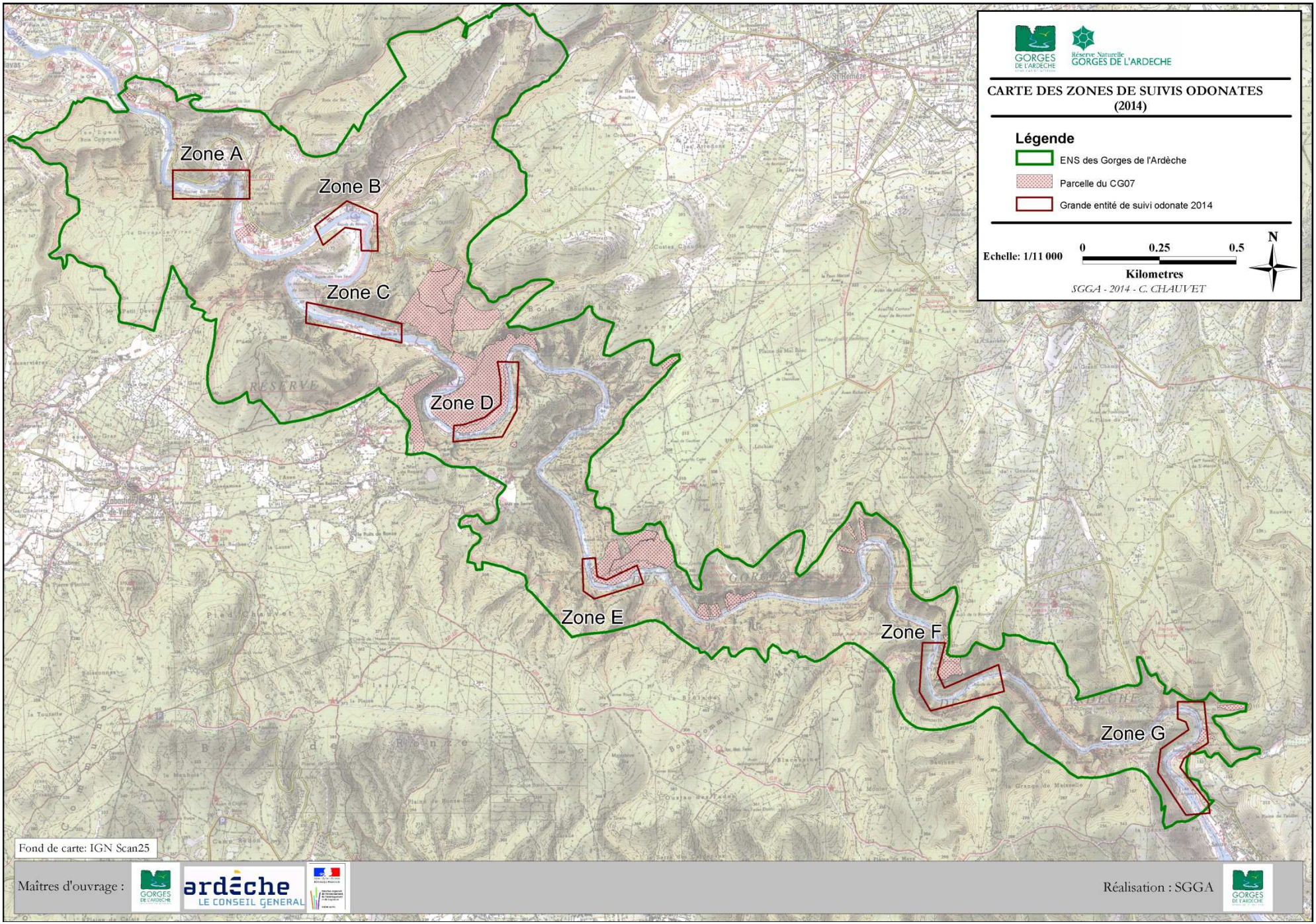
C. Méthode de travail

Cette étude s'est déroulée en plusieurs étapes :

- la sélection de grandes entités de suivi,
- le placement des transects de relevé dans ces grandes entités,
- la caractérisation des transects du point de vu des micro-habitats,
- la récolte des exuvies et la détection des imagos,
- l'analyse statistique et la représentation cartographique des données acquises.

1) Choix des zones d'études et positionnement des transects

Le linéaire de l'Ardèche dans l'ENS représente un peu plus de 26 km. Dans un premier temps, une sélection de grandes zones de suivi a été effectuée selon plusieurs critères. Ces zones ont été positionnées de façon la plus régulière possible tout au long du linéaire tout en s'attachant à englober au mieux les propriétés du Conseil Général 07, principal financeur de cette action. Après une première visite de terrain, une photo-interprétation et une analyse des différentes couches SIG disponibles (Analyse des habitats Corine, Facies de la rivière, …), 10 zones, représentatives de la diversité des habitats, ont été identifiées. Ces dix zones ont finalement été réduites à sept (plus de 30% du linéaire total) pour ne retenir que celles dont le temps d'approche (canoë ou à pied) permettrait un suivi régulier (Carte 6). Le positionnement final a été fait de telle sorte que l'échantillonnage des exuvies puisse se faire en 3,5 jours de terrain par semaine et ainsi permettre de réagir face aux aléas possibles (météorologiques, logistiques, …).



Carte 6: Plan d'échantillonnage des grandes zones de suivis de l'étude sur l'ENS des Gorges de l'Ardèche

Le positionnement des transects à l'intérieur des grandes unités de suivi a été réalisé selon un plan d'échantillonnage stratifié selon les différents habitats. Chaque grande zone compte entre 6 et 8 transects de 50 m pour un total de 47 sur l'ensemble de l'aire d'étude, soit 2,35 km de berges. Le choix de retenir « 50 m de berge » comme unité d'échantillonnage est fondé sur les discussions avec A. Ladet et ses remarques formulées dans son rapport (Ladet et Bauvet, 2001) au sujet des difficultés rencontrées avec des linéaires de berges dépassant les 100 m et entrainant une perte d'efficacité visuelle. De plus, une distance de 50 m permet une certaine homogénéité au niveau du type d'habitat et ainsi facilite l'étape d'analyse du milieu. Ce positionnement s'est fait suite à une pré-analyse par photographie aérienne (fond de carte SIG, Géoportail et Google Earth). Des ajustements ont eu lieu lors de la deuxième visite de terrain. Celle-ci a conduit à un géoréférencement précis des points de départ et d'arrivée des transects (Annexe 1).

2) Analyse des habitats des différents transects

Les transects sont ensuite décrits sur la base de neuf variables sélectionnées pour cette étude (variables connues pour être influentes dans la littérature et autres variables dont l'influence reste à démontrer):

- Faciès d'écoulement selon la description de Malavoi (2002) grâce à la cartographie papier des faciès de l'Ardèche entre Vallon Pont d'Arc et Saint-Martin d'Ardèche (Malavoi et Souchon, 1995). Selon cette étude, cinq faciès d'écoulement existent dans les gorges : chenal lentique, plat lentique, plat courant, radier et rapide. Un faciès « zone stagnante » a été ajouté à cette liste.
- Profondeur à 2 m de la berge selon trois classes : moins de 0,50 m, entre 0,5 et 1,5 m et plus de 1,5 m).
- Type de courant au centre du chenal : courant ou lent.
- Végétation rivulaire en classe de recouvrement : 0 = moins de 10 % du transect couvert, 1 = 10 à 25 %, 2 = 25 à 50 %, 3 = 50 à 75%, 4 = plus de 75 %.
- Le type de végétation rivulaire : présence-absence d'arbre (tronc ou racine), hélophyte ou herbacée.
- Végétation aquatique en classe de recouvrement (mêmes classes que pour la végétation rivulaire).
- Exposition du transect selon huit modalités : nord, nord-est, est, sud-est, sud, sud-ouest, ouest et nord-ouest.
- Substrat rivulaire composé d'un substrat majoritaire (plus de 50 % du transect) et d'un substrat secondaire (situation où 25 % du transect est couvert par autre chose que le substrat majoritaire) avec 19 modalités : Bloc/Dalle horizontale, Bloc/Galet, Bloc/Sable, Dalle horizontale, Dalle horizontale/Dalle verticale, Dalle horizontale/Galet, Dalle horizontale/Sable, Dalle verticale, Dalle verticale/Bloc, Dalle verticale/Dalle horizontale, Dalle verticale/Sable, Dalle verticale/Tuf, Galet, Galet/Bloc, Galet/Sable, Sable, Sable/Bloc, Sable/Dalle horizontale et Sable/Galet.
- Substrat aquatique composé d'un substrat dominant (plus de 50 % du transect) et substrat aquatique secondaire (situation où 25 % du transect est couvert par autre chose que le substrat

dominant) avec neuf modalités : Dalle, Dalle/Galet, Dalle/Sable, Galet, Galet/Dalle, Galet/Sable, Sable, Sable/Dalle et Sable/Galet). Cette caractéristique a été relevée sur une bande aquatique de 2 m de large le long du transect.

Pour le type de substrat, la typologie utilisée ne reprend pas la typologie granulométrique traditionnelle (Malavoi et Souchon, 1995). Le terme sable regroupe les argiles, limons et sables ; le terme galet regroupe les graviers, cailloux et pierres ; le terme bloc regroupe les blocs et les rochers. Ce choix a été fait afin de faciliter les analyses statistiques.

3) Collecte des exuvies et observation des imagos

La collecte de toutes les exuvies rencontrées (les autres espèces rentrant dans le cadre du complément d'inventaire (Cf. II) a été réalisée sur une bande de 1,5 m à partir du niveau de l'eau, à pied pour les galets ou les dalles horizontales et à la nage pour les autres substrats (Figure 3). Cette technique a été choisie pour les meilleurs résultats qu'elle a donnés lors des précédentes études (Ladet et Bauvet, 2001). Bien que le canoë est préconisé pour éviter le piétinement des berges, les techniques retenues ont été peu, voire pas impactantes car les parties explorées à pied sont minérales et sans végétation et les herbiers aquatiques sont soigneusement évités lors des prospections à la nage. Le canoë sert uniquement au déplacement entre les différents transects. Les prospections ont eu lieu toutes les semaines (1 passage par semaine par transect) de début juin à fin juillet sur neuf semaines. Les jours de récolte d'exuvies ont été réalisés après plusieurs jours ensoleillés, sans pluie, fort vent ou crue (Dommanget, 2002). Les 50 m ont été parcourus en un temps compris entre 20 minutes (zones de dalles non végétalisées) et 50 minutes (zones très végétalisées). La détermination des exuvies (espèce et sexe) a été réalisée au bureau en recourant à une loupe binoculaire (x 40) si nécessaire et à la Clé de détermination des exuvies des Odonates de France (Doucet, 2011). Des récoltes aléatoires ont ponctuellement eu lieu lors des déplacements entre les transects et donnent des informations de présence dans d'autres zones du linéaire affinant ainsi la cartographie de présence dans l'ENS.



Figure 3: Photo de la phase de récolte d'exuvie

La détection des imagos a été conduite de façon opportuniste au gré des déplacements le long du linéaire, sans nécessairement chercher à respecter les préconisations usuelles pour la recherche d'odonates adultes (température entre 20 et 30°C, faible nébulosité, pas de pluie, un vent nul ou faible (Pont et *al.*, 1999 ; Pont, 2014)). L'identification de l'espèce a été réalisée à vue, après capture au filet ou à l'aide de photographies.

4) Méthodes d'analyses cartographiques et statistiques

Les courbes phénologiques ont été tracées pour permettre une comparaison visuelle inter-site et pour rechercher un éventuel décalage d'émergence entre amont et aval des Gorges de l'Ardèche. La sex-ratio totale et par zone a été calculée et comparée à la valeur théorique de 1 par un test de Chi². La phénologie des deux sexes a été réalisée afin de voir si des décalages existent.

Les mêmes analyses statistiques ont été faites séparément pour les deux espèces. Elles visent à analyser l'abondance en exuvies (variables quantitatives) en fonction des caractéristiques relevées sur les transects ou en fonction de la grande zone de suivis (variables qualitatives). L'influence de chaque variable sur l'abondance en exuvies a été testée grâce à des modèles de régressions utilisant une distribution binomiale négative. Un modèle additif comprenant toutes les variables n'a pas été testé à cause du faible nombre d'observations (47) en comparaison au nombre total de modalités de variables. Un modèle linéaire généralisé a aussi permis de tester si l'abondance sur le linéaire est homogène ou si au contraire il existe une zonation. Un dendrogramme de tous les transects en fonction des variables retenues par les modèles a été réalisé permettant ainsi une classification des sites et la constitution de groupes en fixant un seuil de similarité (classification des distances de similarité/dissimilarité entre les transects en fonction de la méthode « average »). En analysant l'abondance en exuvies en fonction de cette classification et de la zone de relevé, il a été possible de voir si l'effet spatial prime sur l'effet conditions environnementales ou bien l'inverse. Ceci a aussi permis de voir si un groupe de transects présente une plus grande abondance moyenne et ainsi confirmer ou infirmer les résultats des modèles en fonction de la caractérisation de chaque groupe. L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel R.

L'analyse cartographique a été faite à l'aide du logiciel MapInfo 11.0. Des cartographies, montrant l'abondance en exuvies par transect et les observations hors protocole le long du linéaire, ont été réalisées pour chacune des deux espèces ciblées. Une note d'autochtonie a été attribuée à chaque observation. Cette notation, de douteuse à certaine, extraite du protocole RhoMeO – Intégrité du peuplement d'odonates (Pont, 2014) est présentée en Figure 4.

Autochtonie	Critères
Certaine	*Émergence ; Exuvie ; Néonate (individu récemment émergé, encore peu coloré, aux ailes encore brillantes et volant avec maladresse).*
Probable	*Présence de larves ; Femelle en activité de ponte ; Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur plusieurs point d'observation dans la même zone humide.*
Possible	*Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur un seul point d'observation dans la même zone humide ; Comportement territoriaux / poursuite de femelles / accouplements / tandems.*
Douteuse	*Individu isolé, sans comportement d'activité de reproduction ; Comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.*

Figure 4 : Critère de notation de l'autochtonie du protocole RhoMeO (Pont, 2014)

Pour conclure, une analyse du cortège odonatologique accompagnant les deux espèces ainsi que la proportion de chacune d'elles dans le nombre total d'exuvies récoltées dans l'ENS a été réalisée afin de permettre une comparaison de ces résultats avec ceux de 2001.

D. Résultats

1) *Oxygastra curtisii*

927 exuvies de cette espèce ont été récoltées. Cette espèce a été contactée sur 50 % des transects (23 sur 47) et plus de 90 % des exuvies sont localisées sur 11 transects. Un maximum de 212 exuvies a été dénombré sur le transect G_T04 (Annexe 1).

La phénologie de cette espèce sur l'ensemble de l'ENS (Figure 5) présente un pic en semaine 24 (deuxième semaine de juin). Les courbes de phénologie par zone (Annexe 2) montrent que la zone E tend à avoir un pic d'émergence légèrement décalé. Les courbes phénologiques sont incomplètes au début. Il n'y a pas de différence entre les deux sexes.

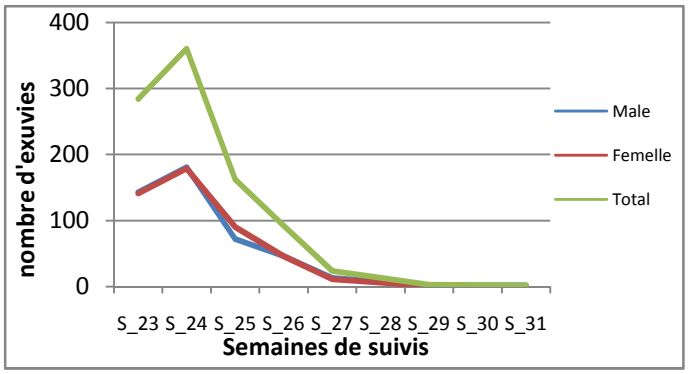


Figure 5 : Phénologie d'*O. curtisii* sur l'ensemble de l'ENS (2014)

La sex-ratio total de 0,98 est équilibrée (Chi^2=0.087 ; ddl=1 ; p = 0.768). Il en est de même à l'intérieur de chaque zone.

Les résultats des modèles de relations entre l'abondance d'exuvie et les variables environnementales relevées sont présentés dans le Tableau 2.

	Deviance	d.f	LRT	P	Conclusion
Effet zone	52.592	6	9.2805	0.16	Pas d'influence
Substrat rive	131.376	18	98.371	**< 0,0001**	Influence
Substrat aquatique	78.995	8	37.95	**< 0,0001**	Influence
Végétation rivulaire	50.776	4	7.4898	0.1122	Pas d'influence
Présence/absence d'arbre	44.711	1	1.6030	0.2055	Pas d'influence
Présence/absence d'herbacée	43.908	1	0.81801	0.3658	Pas d'influence
Présence/absence d'hélophyte	43.277	1	0.20003	0.6547	Pas d'influence
Végétation aquatique	47.318	3	4.6175	0.2020	Pas d'influence
Faciès d'écoulement	63.354	4	23.124	**0,0001**	Influence
Vitesse du courant	56.840	1	14.224	**0,0002**	Influence
Profondeur	73.531	2	31.453	**< 0,0001**	Influence
Exposition	53.845	7	11.936	0.1027	Pas d'influence

Tableau 2 : Résultat des modèles de relation entre abondance d'exuvie d'*O. curtisii* et chaque variable (une à une)

Le substrat de rive influe sur l'abondance (**$log(Abondance_{oxy})$ = 4.23 (±0.65) x Dv/T + 3.79 (±0.42) x Dv/Dh + 3.31 (±0.93) x Dv + 3.26 (±0.93) x Dv/S +3.02 (±0.94) x Dv/B + 2.40 (±0.77) x S**)** (Figure 6).

Les fonds sableux sont favorables à l'espèce (**$log(Abondance_{oxy})$ = 4.25 (±0.63) x S/D + 3.76 (±1.27) x D/S + 2.86 (±0.64) x G/D +2.71 (±1.28) x S + 2.29 (±0.74) x S/G**)** (Figure 7).

Pour le faciès, le modèle montre que le chenal lentique influence la présence d'exuvie au contraire du plat courant (**$log(Abondance_{oxy})$ = 3.11 (±0.41) x PC + 3,61 (±0.68) x CL**)** (Figure 8).

L'influence négative de la vitesse du courant est vérifiée par le modèle (**$log(Abondance_{oxy})$ = 3.22 (±0.37) x Lent**)** (Figure 9).

L'influence positive de la profondeur est prouvée (**$log(Abondance_{oxy})$ = 3.63 (±0.50) x Profond + 3.13 (±0.47) x Moyen profond - 1.45 (±0.68) x Peu profond**)** (Figure 10).

Les autres variables ne sont pas significativement influentes selon les modèles et aucune tendance graphique ne ressort excepté pour l'effet zone (Figure 11). En effet, il semble que l'abondance moyenne tend à être supérieure dans les zones B, C, et G (Carte 6).

L'ensemble des résultats est résumé dans le Tableau 3.

**Toutes les équations de modèle ne présentent que les modalités de variables qui sont sorties comme significatives.

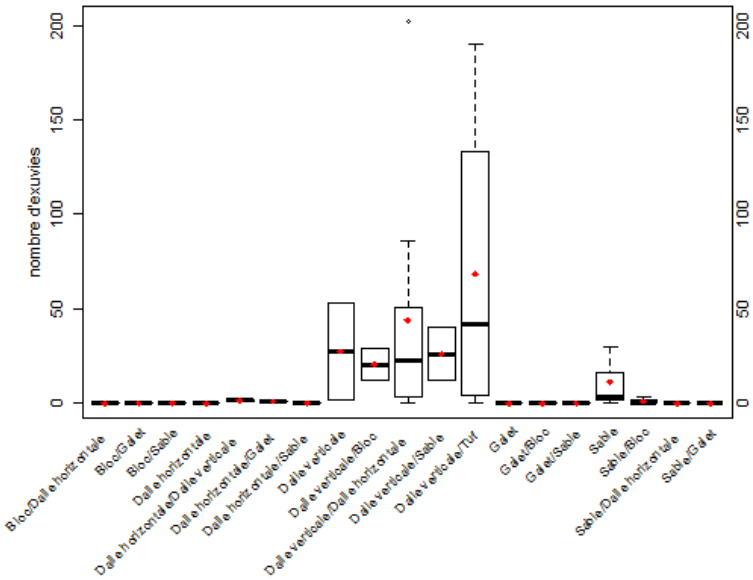


Figure 6 : Boxplot de l'abondance en fonction du substrat rivulaire (points rouges=abondances moyennes)

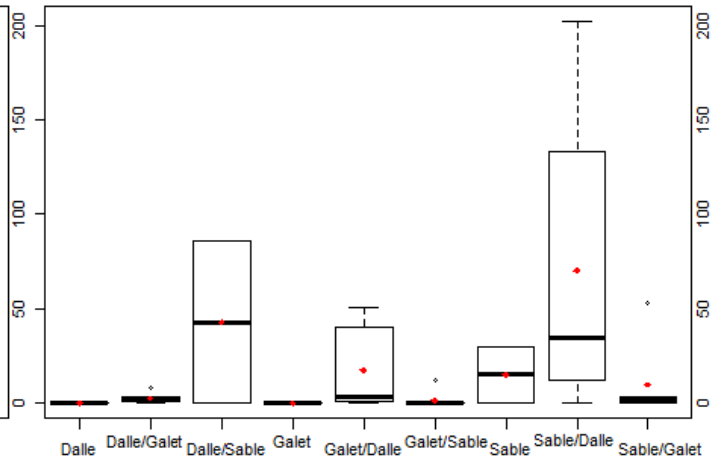


Figure 7 : Boxplot de l'abondance en fonction du substrat aquatique

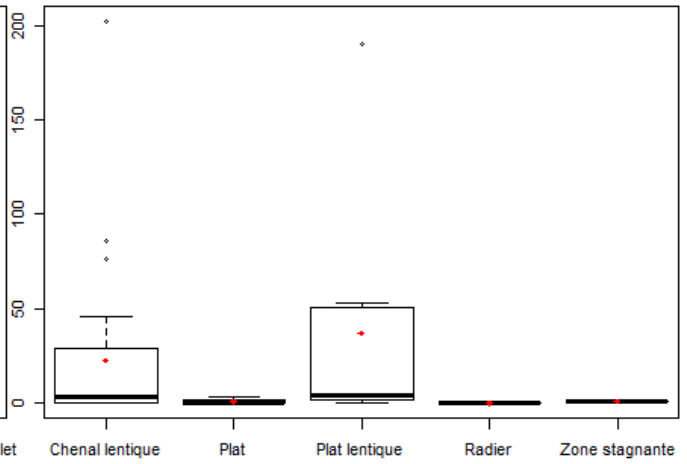


Figure 8 : Boxplot de l'abondance en fonction du faciès

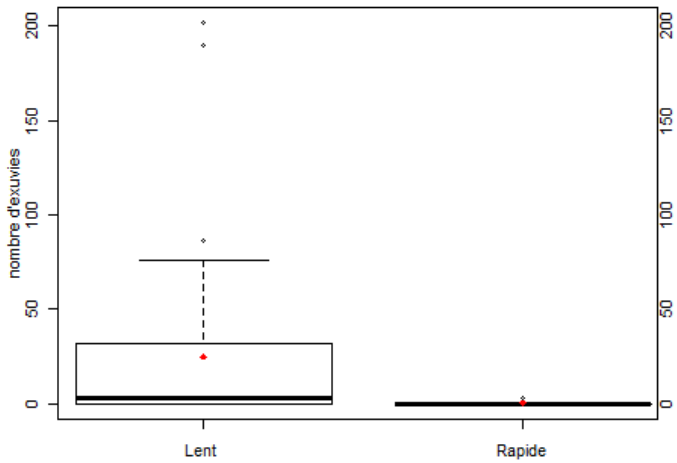


Figure 9 : Boxplot de l'abondance en fonction de la vitesse du courant

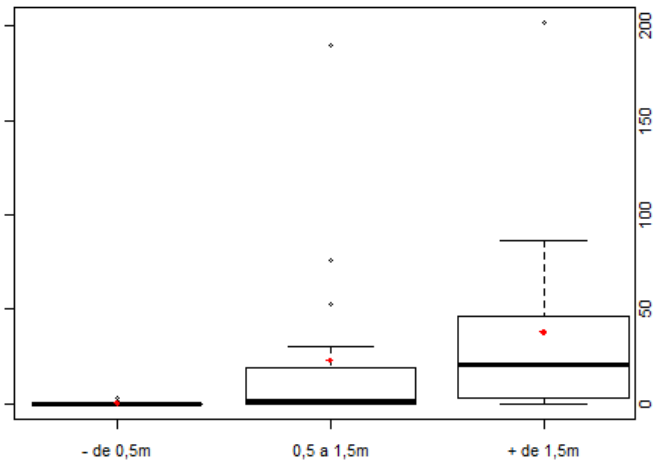


Figure 10 : Boxplot de l'abondance en fonction de la profondeur

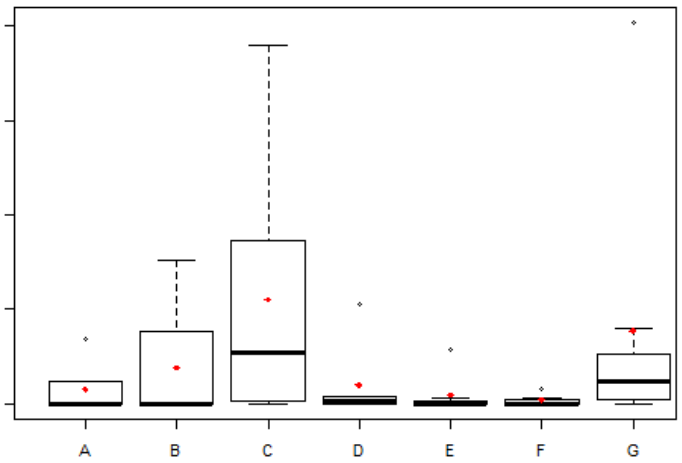


Figure 11 : Boxplot de l'abondance en fonction de la zone de suivi

Variables influentes	Modalités ayant les plus grandes influences positives
Substrat rivulaire	Dalle verticale, Tuf et Sable
Substrat aquatique	Fond sableux
Faciès d'écoulement	Chenal lentique
Vitesse du courant	Lent
Profondeur	Profond (+ de 1,5 m)
Zone	B, C et G

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différents modèles pour *O. curtisii* (jaune = interprétation graphique)

Le dendrogramme des transects en fonction des variables retenues (Figure 12), définit 13 groupes. Sur ces 13 groupes, quatre ont une abondance moyenne supérieure à 15. Leurs caractéristiques sont :

- groupe 1 : dalles verticales et fonds sableux, chenal lentique (lent et profond (+ de 1,5 m)),
- groupe 2 : dalles verticales et tuf, fond sableux ou de dalle, moyen profond et courant lent,
- groupe 3 : sable et fond sableux en plat lentique (lent et moyennement profond),
- groupe 4 : dalles verticales, fond de galet et dalle, plat et chenal lentique (lent et moyen à profond).

Les résultats de cette classification sont en accord avec les résultats du modèle.

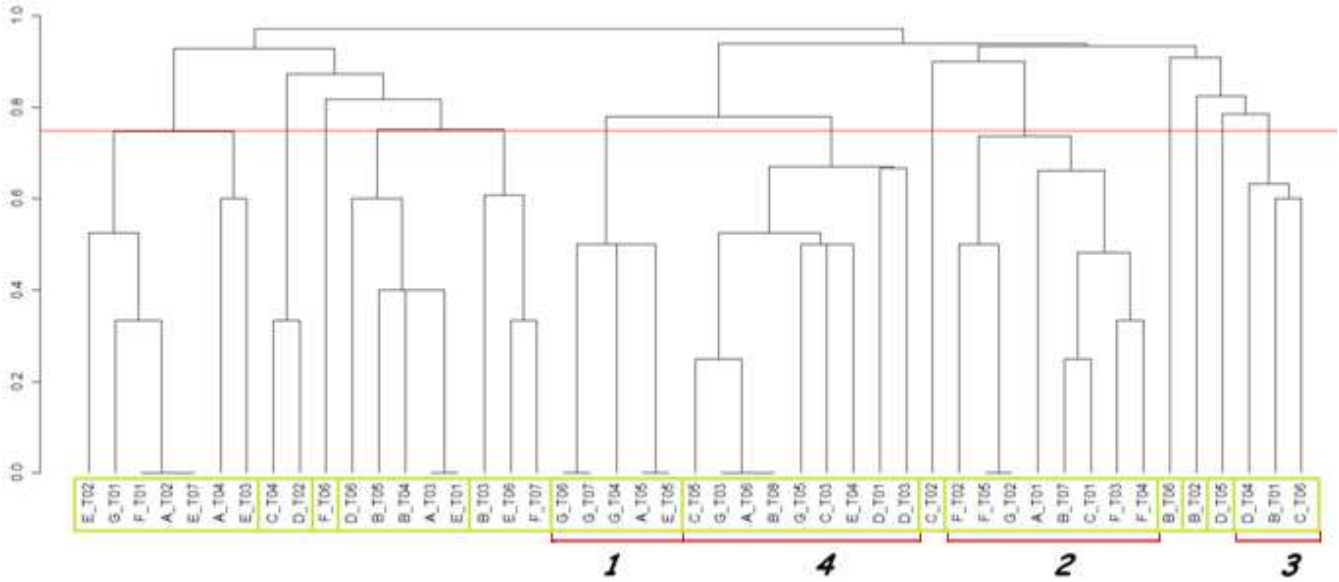


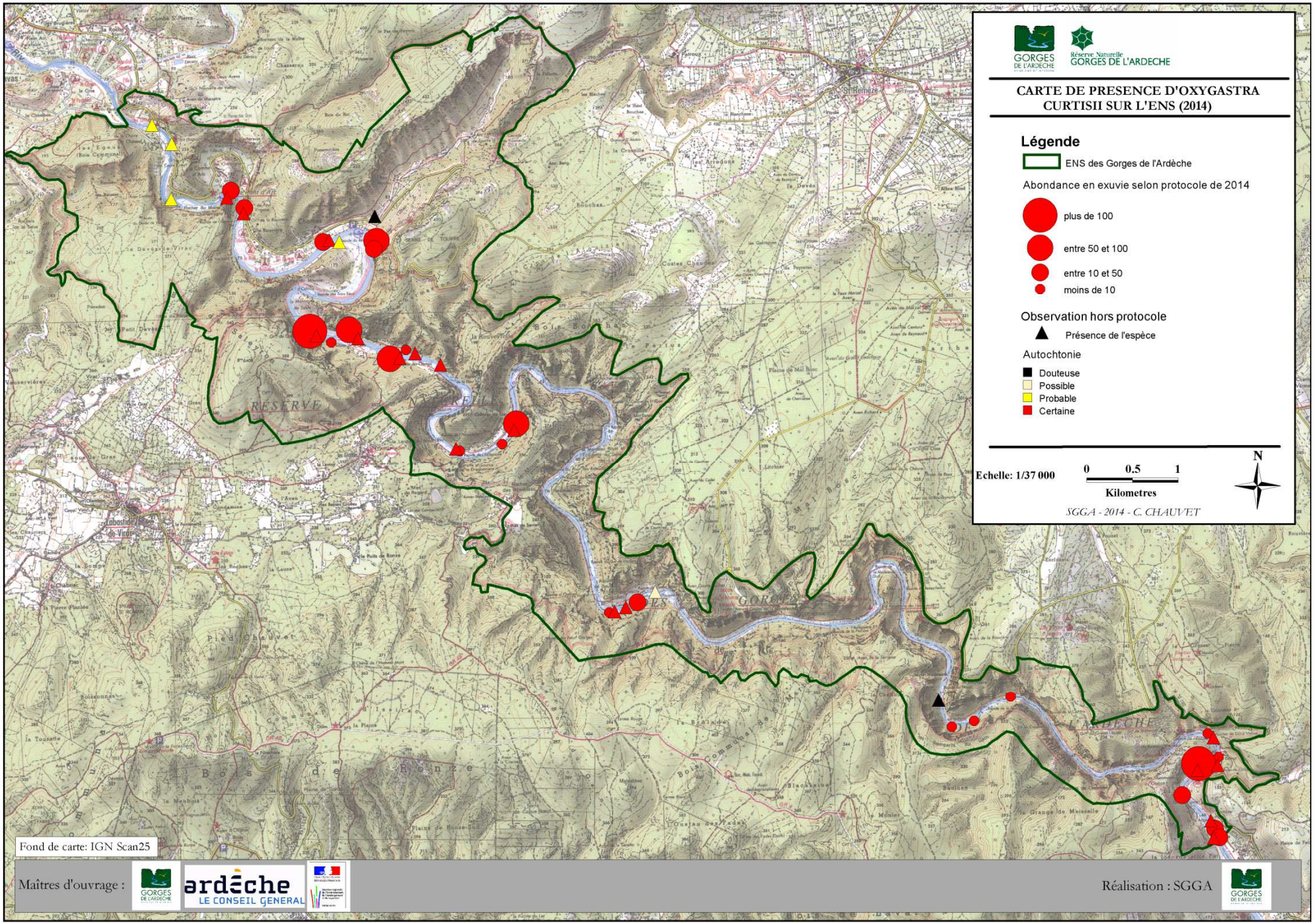
Figure 12 : Classification des transects et formation de groupes (similarité 25 %) en fonction des cinq variables retenues

	Deviance	d.f	LRT	P	Conclusion
Effet zone	47.744	6	14.158	**0.02793**	influence
Effet classification	120.775	12	87.188	**< 0,0001**	influence

Tableau 4 : Résultat du modèle de relation entre abondance d'exuvie d'*O. curtisii* et l'effet zone + effet classification

Le Tableau 4 montre que l'effet zone et l'effet classification (donc l'effet des variables environnementales retenues) sont significatifs.

La carte de présence et d'abondance d'*O. curtisii* le long du linéaire de l'ENS est présentée en Carte 7.



Carte 7 : Présence et abondance d'*O. curtisii* en 2014 dans l'ENS des Gorges

2) *Gomphus graslinii*

Au total 1120 exuvies de cette espèce ont été récoltées. Cette espèce a été retrouvée dans plus de 80 % des transects (39 sur 47) et plus de 70 % des exuvies ont été retrouvées dans 10 transects. Un maximum de 128 exuvies a été dénombré sur le transect B_T07 (Annexe 1).

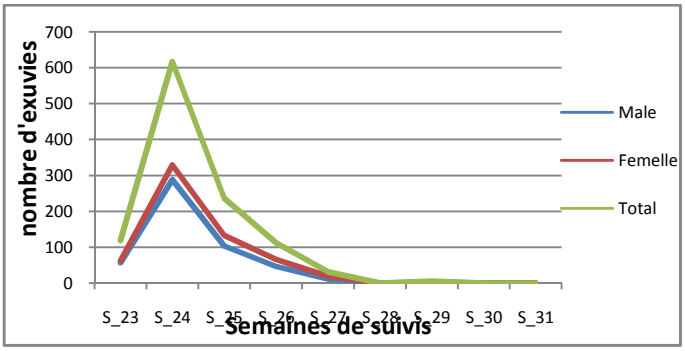


Figure 13 : Phénologie de *G. graslinii* sur l'ensemble de l'ENS (2014)

La phénologie de cette espèce sur l'ensemble de l'ENS (Figure 13) présente un pic en semaine 24 (deuxième semaine de juin). Les courbes de phénologie sont quasi-complètes (Annexe 3). Il n'y a pas de différence phénologique entre les deux sexes.

La sex-ratio de 0,83 est légèrement en faveur des femelles (Chi^2=9.289 ; ddl=1 ; p = 0.002). Par contre, chaque zone prise séparément a une sex-ratio non significativement différente de 1.

Les résultats statistiques des modèles sont présentés dans le Tableau 5.

	Deviance	d.f	LRT	P	Conclusion
Effet zone	62.749	6	7.858	0.2487	Pas d'influence
Substrat rive	184.111	18	139.970	**< 0,0001**	Influence
Substrat aquatique	117.109	8	63.818	**< 0,0001**	Influence
Végétation rivulaire	77.217	4	22.554	**0.0002**	Influence
Présence/absence d'arbre	56.397	1	1.147	0.2843	Pas d'influence
Présence/absence d'herbacée	59.833	1	4.782	**0.0288**	Influence
Présence/absence d'hélophyte	65.479	1	10.611	**0.0001**	Influence
Végétation aquatique	61.630	3	6.626	0.0848	Pas d'influence
Faciès d'écoulement	64;130	4	9.347	0.0530	Pas d'influence
Vitesse du courant	57.106	1	1.1673	0.1673	Pas d'influence
Profondeur	60.259	2	5.2455	0.0726	Pas d'influence
Exposition	58.672	7	3.5627	0.8285	Pas d'influence

Tableau 5 : Résultat des modèles de relation entre abondance d'exuvie de *G. graslinii* et chaque variable (une à une)

Le substrat de rive influe sur l'abondance. Les dalles verticales et le sable influent le plus sur l'abondance (**$log(Abondance_{gras})$ = 4.29 (±0.54) x Dv/S + 4.28 (±0.44) x S + 4.03 (±0.44) x S/B + 3.91 (±0.38) x Dv/T + 3.33 (±0.78) x Dh/G + 3.30 (±0.78) x S/Dh + 3.14 (±0.55) x Dv + 3.00 (±0.56) x Dv/B + 2.91 (±0.25) x Dv/Dh + 2.20 (±0.83) x Dh/S + 1.70 (±0.61) x Dh/Dv**) ** (Figure 14).

Les fonds sableux sont les plus favorables (**$log(Abondance_{gras})$ = 3.29 (±1.36) x S + 2.90 (±1.21) x S/D + 2.65 (±1.23) x S/G + 2.86 (±0.73) x D/S + 2.67 (±0.37) x G/D + 2.23 (±0.43) x D/G + 1.01 (±0.41) x G/S**) ** (Figure 15).

L'abondance augmente avec le couvert végétal (**$log(Abondance_{gras})$ = 4.15 (±0.43) x Classe 4 + 3.89 (±0.75) x Classe 3 + 2.92 (±0.65) x Classe 2 + 2.78 (±0.43) x Classe 1 + 1.95 (±0.29) x Classe 0**) ** (Figure 16).

La présence d'herbacées tend à augmenter l'abondance (**$log(Abondance_{gras})$ = 2.54 (±0.31) x absence + 3.53 (±0.31) x présence**) ** (Figure 17), tout comme la présence d'hélophytes (**$log(Abondance_{gras})$ = 4.08 (±0.45) x présence + 2.60 (±0.24) x absence**) ** (Figure 18).

La présence d'arbres semble, graphiquement, augmenter la présence d'exuvies de cette espèce (Figure 19). L'espèce semble avoir une certaine plasticité en ce qui concerne le faciès d'écoulement, cependant les zones lentes et profondes semblent être privilégiés (Figure 20 et 21). Graphiquement, une exposition sud semble favoriser le nombre d'exuvies (Figure 22).

Les autres variables ne sont pas significativement influentes (Tableau 6) et aucune tendance graphique ne ressort excepté pour l'effet zone (Figure 23) (diminution au centre des Gorges).

** Toutes les équations de modèle ne présentent que les modalités de variables qui sont sorties comme significatives.

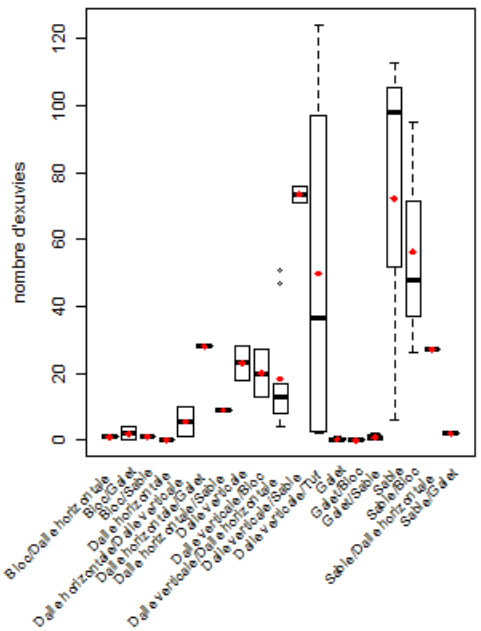


Figure 14 : Boxplot de l'abondance en fonction du substrat rivulaire

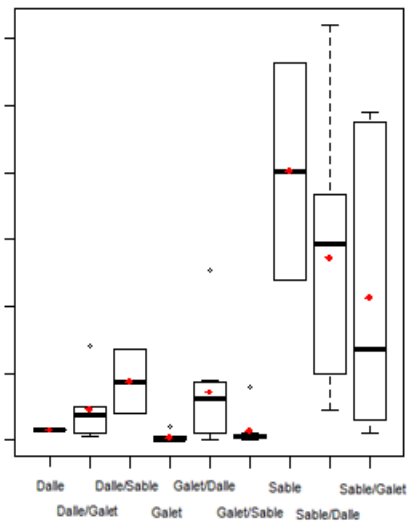


Figure 15 : Boxplot de l'abondance en fonction du substrat aquatique

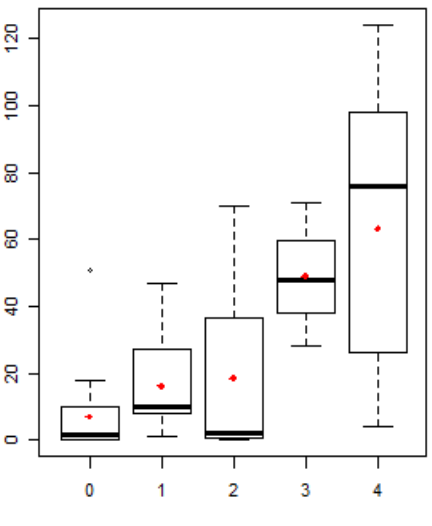


Figure 16 : Boxplot de l'abondance en fonction de l'abondance du couvert végétal

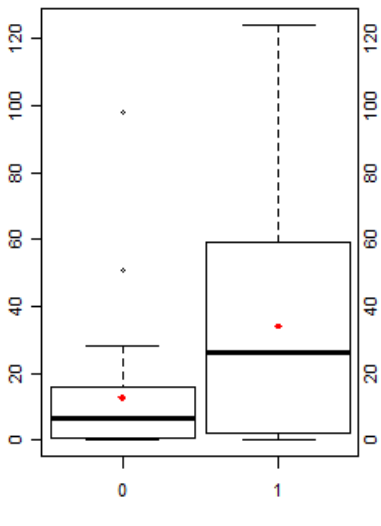


Figure 17 : Boxplot de l'abondance en fonction des herbacées

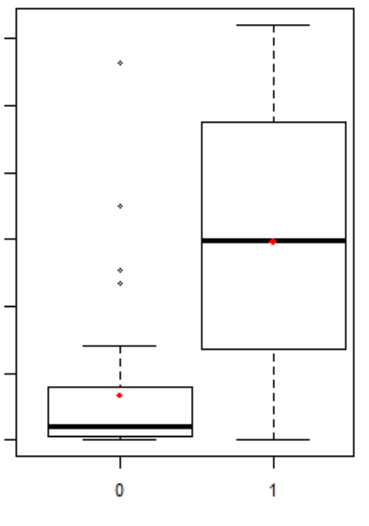


Figure 18 : Boxplot de l'abondance en fonction des hélophytes

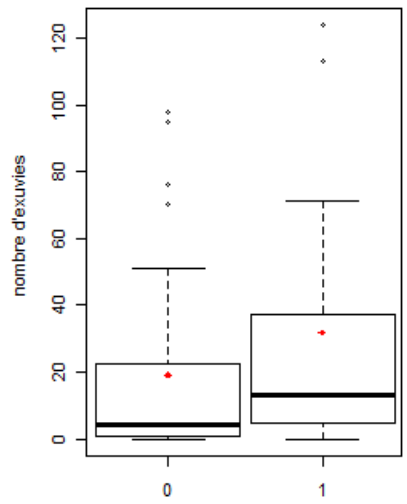


Figure 19 : Boxplot de l'abondance en fonction des arbres

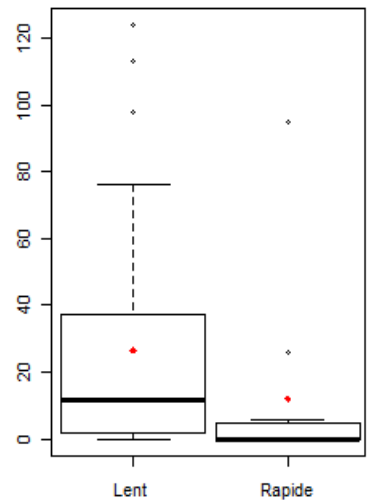


Figure 20 : Boxplot de l'abondance en fonction de la vitesse du courant

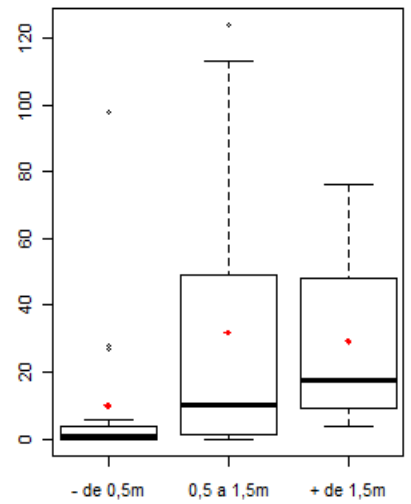


Figure 21 : Boxplot de l'abondance en fonction de la profondeur

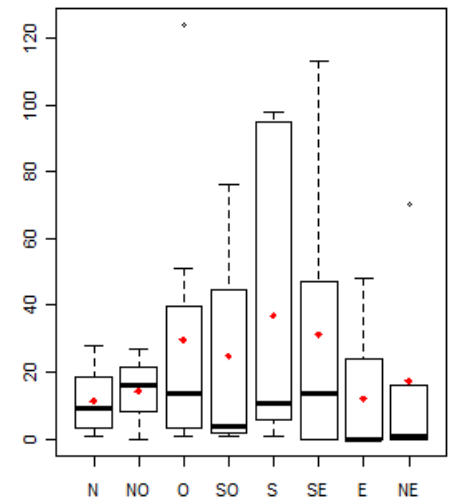


Figure 22 : Boxplot de l'abondance en fonction de l'exposition

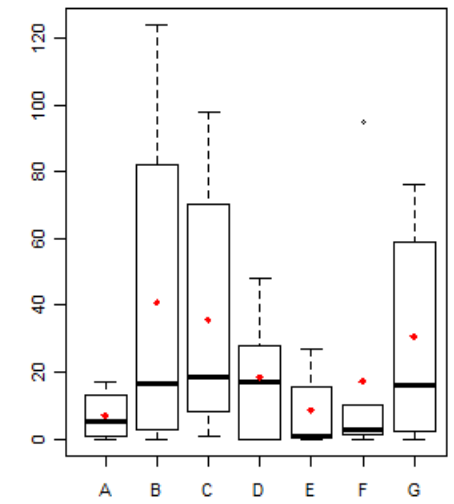


Figure 23 : Boxplot de l'abondance en fonction des zones

Variables influentes	Modalités ayant les plus grandes influences positives
Substrat rivulaire	Dalle verticale, Tuf et Sable
Substrat aquatique	Fond sableux
Végétation rivulaire	Abondante
Herbacées	Présence
Hélophytes	Présence
Arbres	Présence
Courant	Lent
Profondeur	Moyen profond à Profond
Zone	B, C et G

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des différents modèles pour *G. graslinii* (jaune = interprétation graphique)

Le dendrogramme des transects en fonction des variables retenues (Figure 24), définit 10 groupes. Sur ces 10 groupes, quatre ont une abondance moyenne supérieure à 15. Leurs caractéristiques sont :

- groupe 1 : dalle verticale avec un fond de sable sur dalle
- groupe 2 : dalle verticale à fond galet/dalle et peu de végétation,
- groupe 3 : dalle ou dalle verticale à fond sableux, forte couverture végétale,
- groupe 4 : dalle verticale avec du tuf à fond sableux ou de dalle et présence d'herbacées.

Les résultats de cette classification sont en accord avec les résultats du modèle.

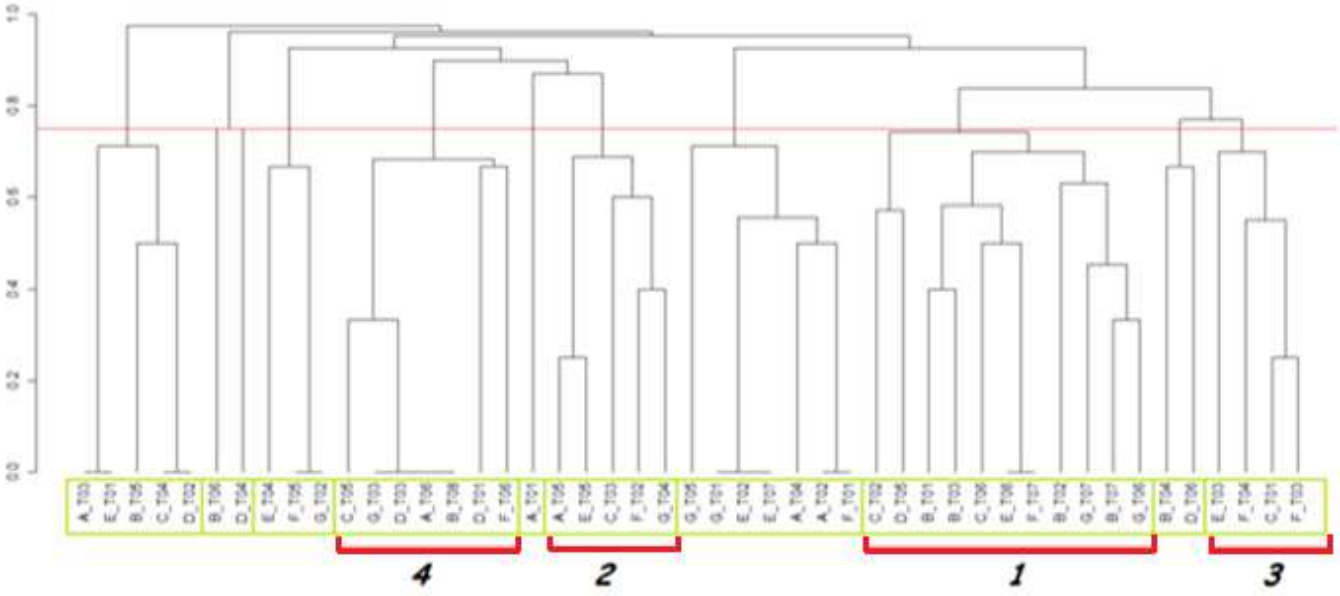


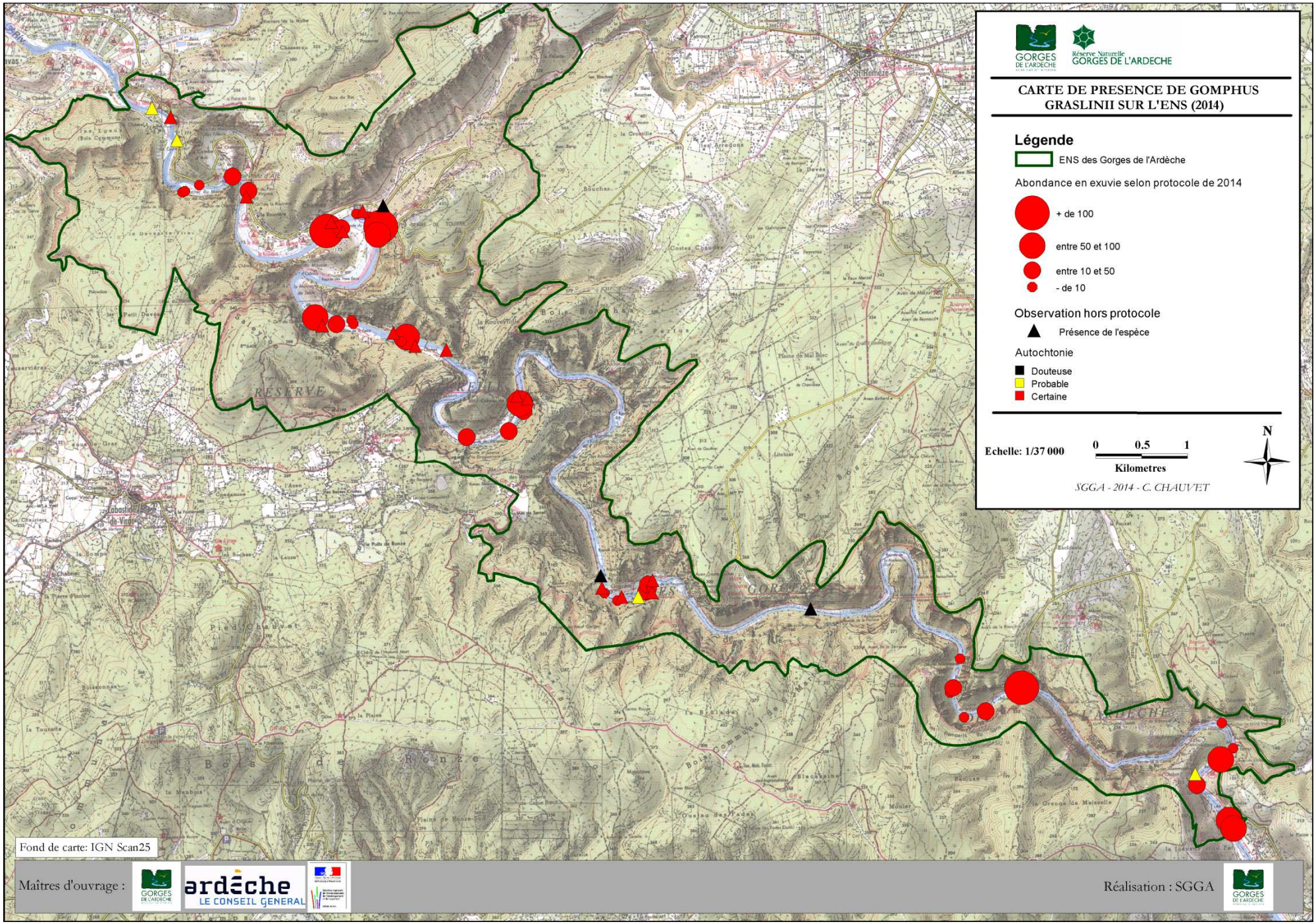
Figure 24 : Classification des transects et formation de groupes (similarité 25 %) en fonction des cinq variables retenues

	Deviance	d.f	LRT	P	Conclusion
Effet zone	57.692	6	8.757	**0.1877**	Pas d'influence
Effet classification	122.076	9	73.141	**< 0,0001**	influence

Tableau 7 : Résultat du modèle de relation entre abondance d'exuvie de *G. graslinii* et l'effet zone + effet classification

Le Tableau 7 montre que l'effet zone n'est pas significatif par rapport à l'effet classification (donc l'effet des variables environnementales retenues).

La carte de présence et d'abondance de *G. graslinii* le long du linéaire de l'ENS est présentée en Carte 8.



Carte 8: Présence et abondance de *G. graslinii* en 2014 dans l'ENS des Gorges

3) Cortège odonatologique de la zone et place des deux espèces

Une liste d'espèces accompagnant *G. graslinii* et *O. curtisii* donne des informations sur le cortège associé dans ce type de milieu (Tableau 8). La note d'autochtonie est attribuée à chaque espèce par grandes zones selon le code couleur suivant : Vert = Autochtonie douteuse, Jaune = Autochtonie possible, Orange = Autochtonie probable et Rouge = Autochtonie certaine.

Espèces	A	B	C	D	E	F	G
Oxygastra curtisii							
Gomphus graslinii							
Boyeria irene							
Onychogomphus forcipatus							
Onychogomphus uncatus							
Gomphus simillimus							
Gomphus pulchellus							
Gomphus vulgatissimus							
Macromia splendens							
Sympetrum striolatum ou *meridionale*							
Orthetrum brunneum							
Orthetrum cancellatum							
Orthetrum coerulescens							
Cordulegaster boltonii							
Libellula depressa							
Anax imperator							
Sympecma fusca							
Pyrrhosoma nymphula							
Lestes viridis							
Calopteryx haemorrhoidalis							
Calopteryx splendens							
Calopteryx virgo							
Calopteryx xanthostoma							
Ceriagrion tenellum							
Coenagrion puella							
Erythromma lindenii							
Ischnura elegans							
Platycnemis acutipennis							
Platycnemis latipes							
Platycnemis pennipes							
Total d'espèces	14	21	20	11	8	11	18

Tableau 8 : Cortège odonatologique par zone avec la note d'autochtonie de chaque espèce

En s'intéressant uniquement aux autres exuvies d'anisoptère récoltées dans le cadre du protocole, il est possible de voir que les deux espèces représentent une grande proportion du cortège odonatologique de l'ENS avec près de 18 % pour *G. graslinii* et près de 15 % pour *O. curtisii*. Elles viennent juste après l'espèce prédominante du site, l'*Onychogomphus forcipatus* (63,43 %) (Figure 25). Sans compter cette espèce, les deux espèces représentent respectivement 48,5 % et 40 %.

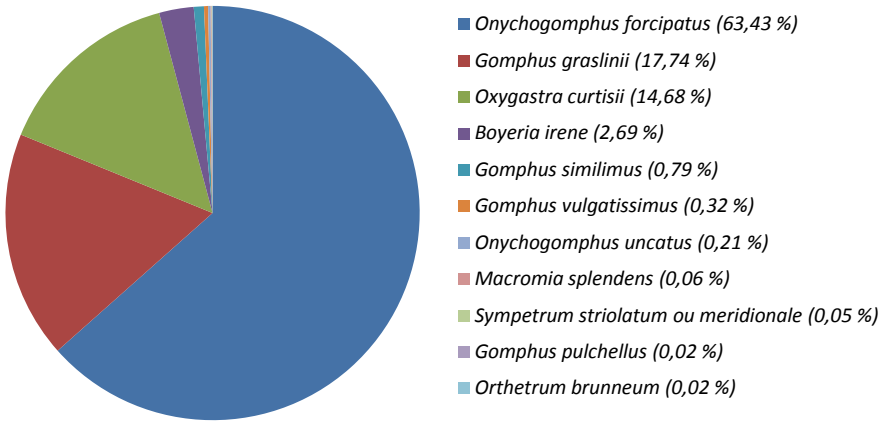


Figure 25 : Proportion de chaque espèce sur le nombre total d'exuvies récoltées (n = 6315)

E. Analyse et discussion

1) Description des sites favorables d'émergence

La modélisation de l'abondance en exuvies en fonction des variables de l'environnement et la lecture graphique ont permis de déterminer les caractéristiques qui semblent définir un bon site d'émergence.

O. curtisii est totalement absent des zones de rapides et de radiers ainsi que des zones à dominance de blocs et de galets pour les rives et à dominance de galets pour le fond (23 transects sur 47). Il semble que certains facteurs environnementaux mesurés soient déterminants pour la présence de l'espèce et parmi ceux tolérés par l'espèce, certains seront plus favorisants que d'autres. A la différence, *G. graslinii* est moins strict et plus tolérant aux différents habitats échantillonnés (39 transects sur 47). En effet le seul paramètre entraînant une absence de cette espèce est le faciès rapide. Pour cette espèce, les facteurs environnementaux sont plus ou moins favorisants, la présence étant quasi systématique hormis en zone courante et en zone de plage de galets.

Pour ***O. curtisii***, les exuvies se retrouvent préférentiellement sur des **dalles verticales ou des tufs**, avec des fonds **sableux** (entièrement ou partiellement). Les zones de courant **lent** et les secteurs **profonds** sont favorables à la présence des exuvies de cette espèce et de ce fait les faciès de **chenal lentique** et **plat lentique**. Le sable semble être limitant sur ce territoire car le fond de la rivière est globalement grossier (Malavoi et Souchon, 1995). Cette dernière caractéristique semble être celle qui conditionne le plus l'abondance localisée de l'espèce (localisation en grand nombre au dessus de poche sableuse). Les faciès favorables sont présents sur 77,5 % du linéaire (Malavoi et Souchon, 1995), de même les dalles verticales sont en grande proportion dans les gorges. **La présence de végétation et notamment de chevelus racinaires ne sont pas obligatoires** à la différence de ce qui est noté dans la littérature (Leipelt et Suhling en 2001). Au contraire, les effectifs les plus importants se retrouvent en zones sans racines immergées (G_T04) (Annexe 1). Même si les rives très végétalisées sont présentes, elles restent rares dans ce territoire très minéral. Cette spécificité, pour cette espèce, dans les Gorges de l'Ardèche était déjà signalée dans le PNA (Dupont, 2010). Cette étude confirme celle de Leipelt et Suhling en 2001 sur l'effet positif des fonds sableux mais la présence de litière (feuilles en décomposition) n'est pas indispensable car elle est globalement absente sur le site (uniquement quelques branches ou matière en décomposition). D'autres paramètres n'ont pas été mesurés et sont uniquement basés sur une interprétation personnelle lors de la phase de terrain. La littérature évoque la rareté d'émergence sur des herbacées, cependant lors de la phase de terrain cette situation s'est rencontrée de façon non anecdotique (Figure 26). Concernant l'ombrage, bien que les transects minéraux soient fortement exposés au soleil, les exuvies de cette espèce ont très souvent été **ramassées à l'ombre, dans des failles ou des dévers**. Ceci confirme les dires de la bibliographie sur les besoins en ombre de l'espèce.

Pour ***G. graslinii***, les exuvies sont préférentiellement sur des **dalles verticales avec des tufs** ou des **rives sableuses couvertes de végétation arborée ou plus basse** (herbacée ou hélophyte). Les **fonds sableux** (confirmation étude de Leipelt et Suhling en 2001) **profonds** (+ pour des profondeurs de 0,5 à 1,5 m) favorisent l'espèce d'autant plus s'ils se trouvent en zones de **courant**

lent. Les berges sableuses avec une forte ripisylve et un fond sableux sont bien plus rares que les substrats minéraux. De ce fait, les effectifs les plus abondants se concentrent dans ces zones. Cette espèce a aussi été retrouvée au niveau de la résurgence de la Farre (zone stagnante plus fraiche – transect C_T02 (Annexe 1)). Pour les mêmes raisons que pour *O. curtisii*, la présence de litière semble non indispensable. Presque tous les faciès d'écoulement des gorges sont adéquats à la présence d'exuvies (excepté les rapides) et celui le plus favorable est présent à 52,8 % (**Chenal lentique**) (Malavoi et Souchon, 1995). L'effet de l'exposition sud semble être favorable mais il convient tout de même de rester prudent sur ce résultat. Aucun schéma sur l'ombrage n'a été démontré car des exuvies ont été trouvées en plein soleil et d'autres à l'ombre de la végétation ou dans les failles. Concernant le support d'émergence, l'espèce n'est pas très stricte. En effet, des exuvies ont été récoltées sur des troncs, des herbacées, des dalles ou même des substrats anthropiques (canoë, …).

Cette étude montre qu'il est possible de trouver de façon simultanée les 2 espèces. Elle confirme aussi les dires de Faton et Sanchez (1998) sur **l'effet favorable des zones de tufs** pour les deux espèces et à première vue, pour beaucoup d'odonates de l'ENS en général.



Figure 26 : Exuvies d'*O. curtisii* sur du *Chenopodium ambrosioides* (Source : C. Chauvet)

2) Effectif et répartition dans l'ENS des Gorges de l'Ardèche

Les effectifs en exuvies de ces deux espèces sont non négligeables. En effet, l'ENS des Gorges de l'Ardèche présente des **populations intéressantes**. Le sud Ardèche est d'ailleurs une zone clairement définie dans le PNA pour l'importance de ces populations notamment pour *G. graslinii* (Dupont, 2010). Ce territoire présente donc un intérêt majeur dans la protection et la conservation de celles-ci. La comparaison des effectifs avec ceux de l'étude de 2001 est relativement impossible du fait de la différence de protocole (Ladet et Bauvet, 2001). En regardant le nombre d'exuvies moyen de chaque espèce ramené sur 100 m, pour *O. curtisii* cette valeur est de 16,4 en 2001 et 47,7 en 2014 et pour *G. graslinii* elle est de 5,5 en 2001 et 39,4 en 2014, une augmentation est mise en évidence. Il est toutefois impossible de conclure sur les causes possibles. Une des causes possibles peut être la différence d'échantillonnage ciblant moins de sites favorables en 2001 par rapport à 2014. Ces différences de résultats peuvent également être expliquées par le nombre différent de relevés par saison (trois pour 2001 contre sept en 2014) ou encore par des aléas météorologiques qui ont plus de chance d'avoir une influence si le nombre de

passages est moins important et plus espacés (2001). Même si ces différents points pouvaient être considérés comme relativement négligeables, il serait tout de même impossible de conclure sur ces différences d'effectifs car, à ce jour, les variations interannuelles normales dans la dynamique des populations ne sont pas connues.

Au niveau de la répartition dans les Gorges de l'Ardèche, les deux espèces semblent présentes sur tout le linéaire. Les zones B, C et G (Carte 6) sont celles qui présentent les plus grandes abondances moyennes. Pour les deux espèces, il est possible de voir qu'il y a une **diminution de l'abondance moyenne au centre des Gorges** (zones D, E et F (Carte 6)). Pour *G. graslinii* cette différence peut s'expliquer par un manque d'habitats favorables (substrat très minéral sans végétation abondante). La rareté des zones sableuses dans ce secteur de l'Ardèche, essentiellement dominé par des blocs ou des galets (Ministère de l'agriculture et B.E.T.S.H., 1974 ; Malavoi et Souchon, 1995), explique la localisation des effectifs des deux espèces. En effet, la force du courant dans le canyon de l'Ardèche, notamment en période de crue favorise uniquement le dépôt de matière grossière. Cependant des dépôts de matière fine, localisés dans des zones lentes ou de contre courant, se retrouvent dans ce système de gorges majoritairement au niveau de la zone B, C et G (Carte 6) (Bravard, 1993). Des zones de dépôt existent tout de même dans les autres zones mais de façon plus rare car l'effet de la vitesse du courant et des crues est plus important dans le centre des Gorges ou au niveau du Pont d'Arc. Une autre explication pourrait être la faible quantité de zones de maturation disponibles au centre des Gorges. En effet, les zones B et C proches du vallon du Tiourre et de la montagne de Sable et la zone G en basse vallée de l'Ardèche possèdent des zones disponibles à proximité contrairement au centre des Gorges où seules de faibles surfaces sont disponibles pour cette phase post-émergence (Carte 6). Cette théorie ne s'applique que si les individus vivant dans ces zones, ne sortent pas des Gorges pour rejoindre les plateaux environnants. Seule une expérience de capture-marquage-recapture pourrait confirmer ou infirmer cette hypothèse d'absence de zone de maturation.

L'interprétation des résultats sur cette disparité d'effectifs reste tout de même prudente. Une étude complète sur l'ensemble du linéaire, ciblant les sites favorables en tous points permettrait de réellement conclure sur une distribution zonale des effectifs à l'échelle de l'ENS. En effet, une telle étude exclurait totalement un effet environnement et conclurait sur l'effet zone. Une telle étude n'est possible que si les conditions optimales sont connues pour tous les paramètres influents.

3) Phénologie et sex-ratio

La phénologie d'*O. curtisii* étant incomplète au début, il est impossible de conclure sur le caractère précoce ou tardif de la saison. Une exuvie trouvée la troisième semaine de mai et un pic d'émergence tôt en juin tendent à faire penser que cette saison est plutôt précoce et favorable aux émergences. Les mêmes résultats sont observés pour *G. graslinii* avec un pic d'émergence précoce par rapport à ce qui est inscrit dans la littérature. Cette tendance à la précocité de la saison est renforcée par l'observation des autres espèces et notamment par la découverte d'une

exuvie de *G. vulgatissimus* le 10 avril, record pour la zone (ancien record le 30 avril (Ladet et *al.*, 2012)). De plus les conditions météorologiques quasi-optimales de fin de printemps et de début d'été (peu de précipitations, peu de crues printanières et un bon ensoleillement permettant l'élévation précoce de la température de l'eau) corroborent cette hypothèse. Les dernières émergences constatées sont la dernière semaine de juillet pour *O. curtisii (*2 exuvies*)* et l'avant dernière de ce même mois pour *G. graslinii (*5 exuvies*)*.

Aucun décalage de phénologie d'émergence n'est constaté dans cette étude pour les deux espèces entre l'amont, le centre et l'aval des Gorges ni entre les sexes.

O. curtisii présente une sex-ratio non significativement différente de 1 alors que la population de *G. graslinii* de l'ENS est significativement déséquilibrée en faveur des femelles. Il semble tout de même courant, chez les anisoptères, que la sex-ratio soit décalée en faveur des femelles (Corbet et Hoess, 1998). Cette valeur de sex-ratio est importante à étudier car elle influence la potentialité de reproduction et donc la dynamique des populations. En général, une sex-ratio de 1 ou déséquilibrée en faveur des femelles conduit à une bonne dynamique de population mais peu d'information existe sur l'influence de ce facteur dans les populations d'odonates.

4) Cortège odonatologique

Les deux espèces étudiées sont typiques du cortège de grand cours d'eau plus ou moins calme. Sur l'ENS des Gorges de l'Ardèche, elles représentent une grande proportion du cortège d'anisoptères (deuxième et troisième espèce les plus abondantes). La discussion concernant le reste du cortège sera développé dans la deuxième partie.

5) Limite de l'étude

Bien que la pression d'observation ait été importante, tout le linéaire de l'ENS n'a pas été prospecté et un certain nombre de sites apparemment favorables n'ont pas été échantillonnés. Cela s'explique d'une part par la longueur totale du linéaire et d'autre part par le fait que l'analyse statistique demande un nombre suffisant de répétitions. Dans ces conditions, une récolte systématique en vu d'une cartographie précise n'a pas été envisagée.

Bien que le nombre de répétitions permet d'émettre des tendances et de donner des résultats probants, il serait souhaitable, si cette étude venait à être renouvelée, ici ou ailleurs, à minima de doubler le nombre de transects pour tester les interactions et l'effet additif des variables. Il serait aussi possible de réduire la longueur des transect à 25 m ou 10 m et ainsi augmenter le nombre de répétitions en gardant un effort d'échantillonnage similaire. Les résultats obtenus seraient ainsi plus informatifs.

Une incertitude réside dans l'identification de *G. simillimus* et *G. graslinii* avec la protubérance des crochets mobiles mais cette confusion possible a été estimée à moins de 5 % des cas lors de la phase de reconnaissance (10 % selon Heidemann et Seidenbusch (2002)).

Les conditions météorologiques de cette année ont permis d'avoir des résultats non biaisés sur tout le mois de juin (quatre premières semaines de suivi) mais les conditions de juillet ont considérablement perturbé les récoltes d'exuvies (annulation des semaines 6 et 8). Le protocole est ainsi passé de neuf à sept semaines. Pour les analyses statistiques, cela n'est pas problématique, le pic d'émergence étant dépassé. Cela entraîne toutefois un manque d'information dans les phénologies. La précocité de la saison aurait permis de commencer plus tôt, de une à deux semaines, et ainsi d'avoir les courbes complètes, mais logistiquement cela n'a pas été possible.

L'analyse des substrats de fond est assez imprécise, notamment dans les zones très profondes, du fait de l'absence de carte de la granulométrie des fonds et de la difficulté de réaliser une analyse précise de la proportion de chaque substrat en plongée. Certaines caractéristiques sont donc des extrapolations.

Synthèse

Les deux espèces patrimoniales, *Oxygastra curtisii* et *Gomphus graslinii*, semblent être présentes sur l'ensemble du linéaire de l'ENS des Gorges de l'Ardèche avec une probable diminution des effectifs vers le milieu du complexe de gorges. Les effectifs sont assez conséquents pour cette saison 2014 et les précédentes études confirment ces grandes populations malgré des variations interannuelles possibles. Au niveau de l'analyse des habitats d'émergence favorables, dans cette étude *O. curtisii* semble affectionner les berges de dalles rocheuses verticales à fond sableux et à courant lent, ceci étant plutôt étonnant à la vue des dires de la littérature concernant la nécessité de berges arborées pour émerger. G. *graslinii*, plus tolérant qu'*O. curtisii*, semble préférer les zones sableuses végétalisées. Les zones de tufs, très présentes dans l'ENS semblent particulièrement intéressantes pour les odonates.



Oxygastra curtisii



Gomphus graslinii

II. Complément d'inventaire sur l'ENS des Gorges de l'Ardèche

Le but de ce travail est de compléter les listes d'odonates présentes sur le territoire de l'ENS et éventuellement de trouver de nouvelles espèces patrimoniales sur la zone. Ce travail permet également d'appréhender au mieux l'aire d'étude et la diversité des espèces en vue d'une possible future évaluation de la fonctionnalité et de l'état de la rivière Ardèche dans la zone (protocole RhoMeO).

A. Etat des connaissances

La liste des espèces présentes avant cette étude a été obtenue grâce aux données de la base de données SERENA et suite à la dernière étude de 2001 (Ladet et Bauvet, 2001). Avant 2014, 26 espèces étaient connues sur l'ENS et seulement 19 semblaient être autochtones de la zone (Ladet et Bauvet, 2001). Ladet et Bauvet en 2001 mentionnent la possible présence de *Macromia splendens* grâce à une exuvie trouvée en mauvais état le 3 août 1998 au niveau du gué de Charmasson par Eloy Sanchez. Etant connue en aval de l'ENS au niveau de l'embouchure avec l'Ibie en 1994, cette exuvie trouvée en 1998 ne prouve en rien l'autochtonie et la présence d'une population stable au sein de l'ENS ou de la RNNGA. La rivière Ardèche dans le secteur de l'ENS ne semble pas correspondre aux besoins de l'espèce (manque de berges arborées) (Ladet et Bauvet, 2001). Cependant les récentes découvertes de nouvelles stations favorables en France montrent que cette espèce est moins sélective au niveau de l'habitat que ce que mentionne la littérature (Pelozuelo, comm. pers. ; Deliry, comm. pers.).

B. Méthode de travail

La liste des odonates trouvées en 2014 se base sur les exuvies ramassées sur les différents transects lors du protocole présenté en partie I. ou de façon opportuniste et sur les imagos contactés.

1) Définition des sites de prospection

La rivière Ardèche a été inventoriée suivant le plan d'échantillonnage présenté en partie I. (47 transects de 50 m) et de façon opportuniste lors des différentes descentes en canoë.

Le ruisseau du Tiourre a été parcouru de façon systématique de la source à l'embouchure en le divisant en quatre secteurs (Embouchure/Pont de la route ; Pont de la route/Bas-moulin (inclus) ; Bas-moulin/Ancien-moulin (inclus) et Ancien-moulin/Source). Un cinquième secteur a été défini sur le ruisseau de Pissevieille (Cascade de Pissevieille / Confluence avec le Tiourre).

Le Rieussec a été parcouru de façon systématique sur la partie comprise dans l'ENS.

2) Réalisation des prospections de terrain

La recherche des exuvies sur les transects de 50 m s'est faite selon la méthode exposée en partie I. C. 3). La recherche systématique des exuvies a été effectuée sur le Tiourre. La détermination de toutes les exuvies a été faite *a posteriori* au bureau (Figure 27).



Figure 27: Détermination des exuvies

Dans chaque grande entité de prospection et sur les différents affluents, les imagos ont été identifiés (jumelle, capture ou photographie), comptés, sexés et leurs comportements ont été notés. Les préconisations de recherche des adultes n'ont pas nécessairement été respectées. Ceci est dû au fait que la priorité lors de ces phases de terrain était la récolte des exuvies dans le cadre de l'étude sur *G. graslinii* et *O. curtisii* et les conditions requises sont moins sélectives pour les exuvies que pour les imagos (Tableau 9). En effet, certaines zones ont été échantillonnées avant 10h du matin et dans des conditions de soleil et de vent non optimales.

	Exuvies	Imagos
Horaire	8h30 - 18h	10h - 17h (9h - 18h si très chaud)
Ensoleillement	Non important (5 jours de soleil avant prospection)	Oui
Température	Pas important	18°C à 30°C
Pluie	Non	Non
Force du vent	Non	Non
Impact des crues	Fort	Faible
Nombre de relevé par an	2 ou 3 passage	3 ou 6 passage
Période	mai à août	mai à octobre

Tableau 9: Comparaison des conditions de relevé des exuvies et des imagos (SFO ; Pont, 2014)

Les prospections sur l'Ardèche ont eu lieu de la dernière semaine de mai à fin juillet, à raison d'un passage par semaine. Un passage au niveau de la source de la Farre a été effectué au milieu du mois d'avril.

Le Tiourre a été prospecté dans sa totalité en cinq jours (2 passages début juillet, 2 passages en fin juillet et un passage en début août).

Un unique passage sur le Rieussec a été réalisé au milieu du mois de mai.

3) Analyse des observations

Trois cartographies ont été réalisées pour le Tiourre et l'Ardèche, montrant les listes d'espèces d'Odonates par secteurs de suivis. Une carte supplémentaire montre les différents points de contact avec *Macromia splendens*.

Une note d'autochtonie est attribuée à chaque espèce par secteur selon la même notation que dans la partie I. C. 4).

Des tableaux comparatifs entre les espèces contactées en 2014 et celles contactées dans les études précédentes ont été réalisés par cours d'eau.

Même si les effectifs ont été notés (valeur absolue ou fourchette) l'inventaire ne se base que sur la présence des espèces par secteur. En effet l'absence de protocole strict (durée précise et unité d'inventaire fixe) ne permet pas une analyse efficace des effectifs. De ce fait, aucune analyse sur les effectifs n'a été réalisée pour les imagos. Seule la proportion de chaque espèce d'anisoptère récoltée sous forme exuvie a été analysée et comparée à 2001.

C. Résultats et discussion

1) Prospections sur l'Ardèche

Au total, 30 espèces ont pu être contactées sur l'Ardèche au sein de l'ENS après la campagne de 2014. Sur ces 30 espèces, 14 sont des zygoptères et 16 sont des anisoptères (Carte 9 et 10). Sur ces 16 anisoptères, 12 ont été contactés sous forme d'exuvie (seulement sept en 2001), les autres étant juste repérés sous la forme adulte. En regardant les proportions de chaque espèce sur l'ensemble des exuvies, il est possible de mettre en évidence l'omniprésence d'*Onychogomphus forcipatus* dans l'ENS (Figure 28). La sous-espèce *unguiculatus* est quasi exclusive, seulement 0,4 % des exuvies de cette espèce pourraient appartenir à la sous-espèce *forcipatus*. Comme signalé dans la partie I., *O. curtisii* et *G. graslinii* sont présents en bonne proportion dans le cortège d'anisoptère, tout comme *Boyeria irene*. Les autres espèces sont présentes en proportion plus négligeable. Il faut aussi noter le faible nombre d'exuvie de *Gomphus pulchellus* récoltée cette année (une seule) contre 22 en 2001 et aucun imago n'a été contacté. La seule explication proposée est le fait que ces 22 exuvies avaient été récoltées à la fin du mois de mai et qu'en 2014 les prospections ont débutées en juin. La précocité de la saison 2014 peut avoir influencé la non-détection de cette espèce. Le dernier point remarquable de cette campagne d'inventaire sur l'Ardèche est la détection et la preuve d'autochtonie de *Macromia splendens* dans trois localités, une se trouvant au sein de la RNNGA (trois exuvies au niveau du belvédère du Pont d'Arc, une au niveau du tuf de l'Aiguille et une au niveau de Ranc Pointu) (Carte 11).

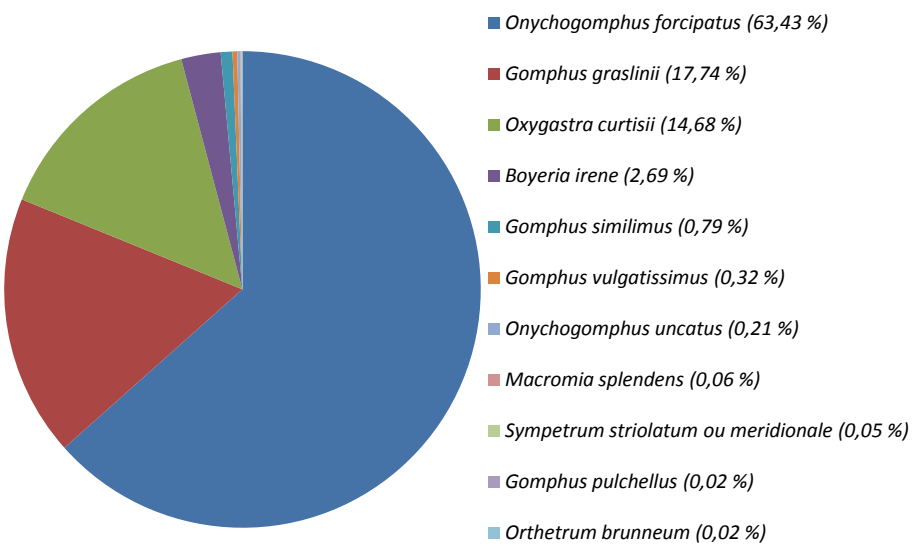


Figure 28: Proportion de chaque espèce sur le nombre total d'exuvies récoltées (n = 6315)

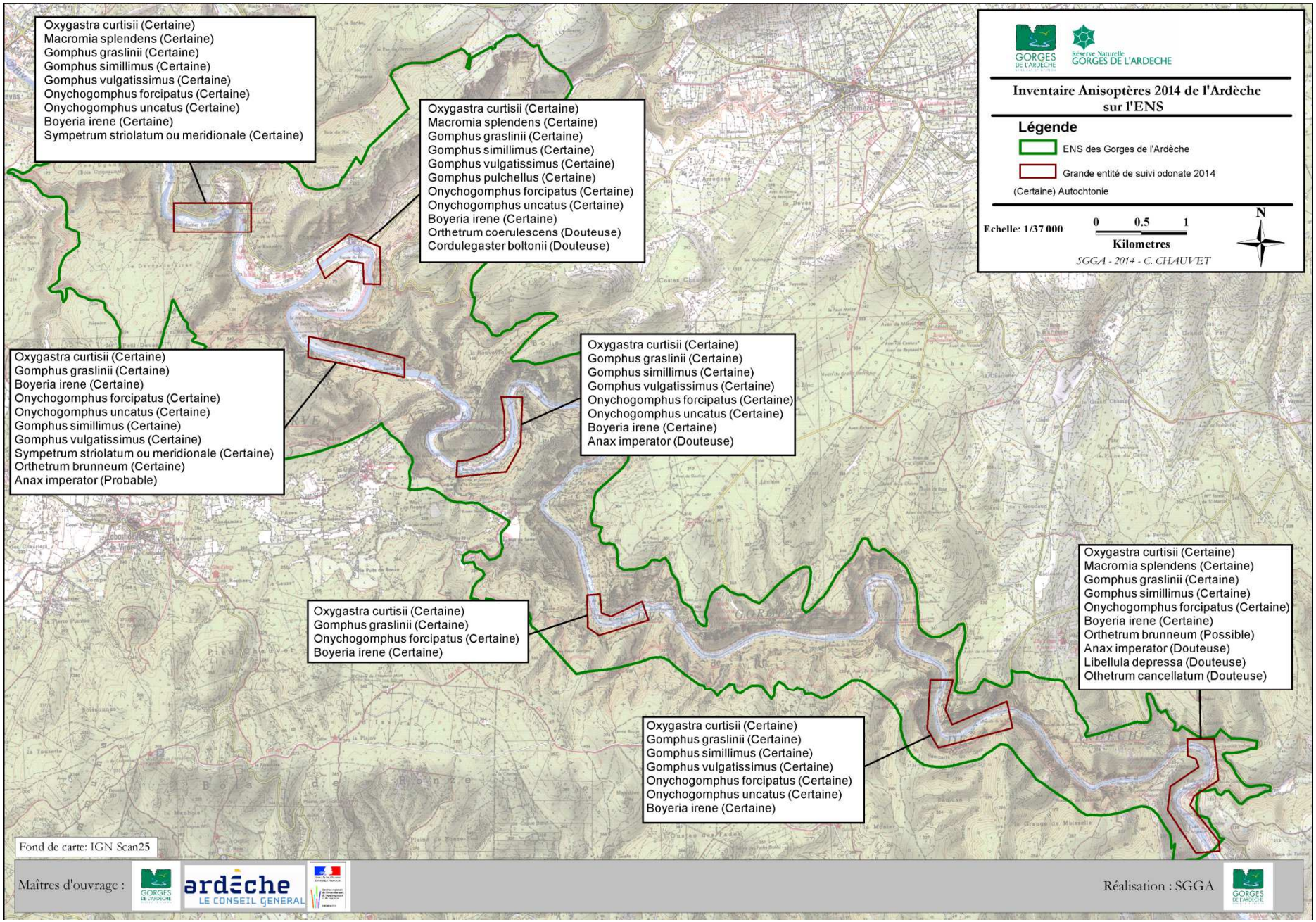
La rivière Ardèche au niveau de l'ENS peut être caractérisée comme habitats odonatologiques de grands cours d'eau calmes ou vifs selon les endroits. Le cortège est typique et beaucoup d'espèces présentes sont très souvent retrouvées ensemble sur les cours d'eau. Parmi les 32 espèces présentes dans l'ENS (étude de 2001 + campagne de 2014), 21 sont régulièrement retrouvées dans des milieux de grands cours d'eau. Les autres espèces proviennent du Tiourre en zone B (*O. uncatus*, *C. haemorrhoidalis*, …) ou des zones stagnantes et mares temporaires sur l'aire B, C et G (*L. depressa*, *S. fusca*, …) (Carte 6) (Dommanget, 1987 ; Pont, 2014).

Le tableau 10 présente un comparatif des espèces contactées avant et après cet inventaire de 2014. Seulement deux espèces observées en 2001 n'ont pas été recontactées en 2014 (*Enallagma cyathigerum* et *Anax parthenope*). Six nouvelles espèces ont été contactées (*Sympecma fusca, Ceriagrion tenellum, Coenagrion puella, Gomphus vulgatissimus, Orthetrum coerulescens* et *Sympetrum striolatum* ou *meridionale*).

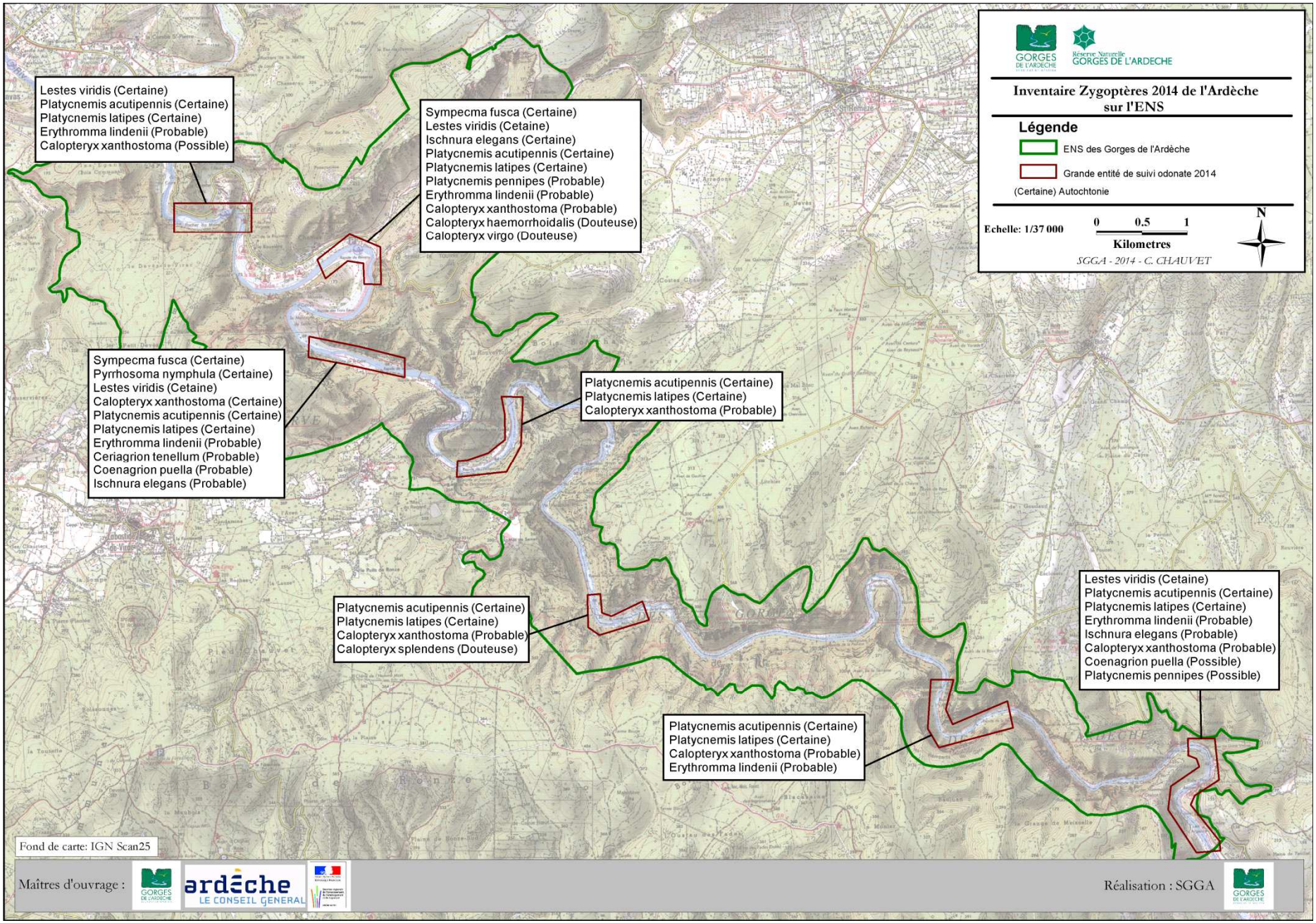
Espèces	Commentaires	Inventaires	
		avant 2014	2014
Zygoptères			
Calopteryx haemorrhoidalis	Localisé à proximité du Tiourre	x	x
Calopteryx splendens	Occasionnel (erratisme?)	x	x
Calopteryx virgo meridionalis	Localisé à proximité du Tiourre	x	x
Calopteryx xanthostoma	Commun / Autochtonie	x	x
Lestes viridis	Autochtone	x	x
Platycnemis acutipennis	Commun / Autochtonie	x	x
Platycnemis latipes	Commun / Autochtonie	x	x
Platycnemis pennipes	Rare / Autochtonie probable	x	x
Pyrrhosoma nymphula	Localisé source de la Fare / Autochtonie	x	x
Ischnura elegans	Faible contact / Autochtonie	x	x
Erythromma lindenii	Commun / Autochtonie	x	x
Enallagma cyathigerum	Pas de contact en 2014	x	
Sympecma fusca	Localisé zone stagnante / Autochtonie		x
Ceriagrion tenellum	Localisé source de la Fare / Autochtonie		x
Coenagrion puella	Localisé zone stagnante / Autochtonie		x
Anisoptère			
Gomphus graslinii	Commun / Autochtonie	x	x
Gomphus pulchellus	Occasionnel / Autochtonie	x	x
Gomphus simillimus	Commun / Autochtonie	x	x
Gomphus vulgatissimus	Commun / Autochtonie		x
Onychogomphus forcipatus	Commun / Autochtonie	x	x
Onychogomphus uncatus	Localisé à proximité du Tiourre	x	x
Boyeria irene	Commun / Autochtonie	x	x
Anax imperator	Occasionnel (erratisme?)	x	x
Anax parthenope	Pas de contact en 2014	x	
Cordulegaster boltonii	Localisé à proximité du Tiourre	x	x
Oxygastra curtisii	Commun / Autochtonie	x	x
Macromia splendens	Occasionnel / Autochtonie	?	x
Libellula depressa	Occasionnel (erratisme?)	x	x
Orthetrum brunneum	Localisé source de la Fare / Autochtonie	x	x
Orthetrum cancellatum	Occasionnel (erratisme?)	x	x
Orthetrum coerulescens	Occasionnel (erratisme?)		x
Sympetrum striolatum ou *meridionale*	Localisé / Autochtonie		x
Total = 32		25 (+1?)	30

Jaune = espèce nouvelle

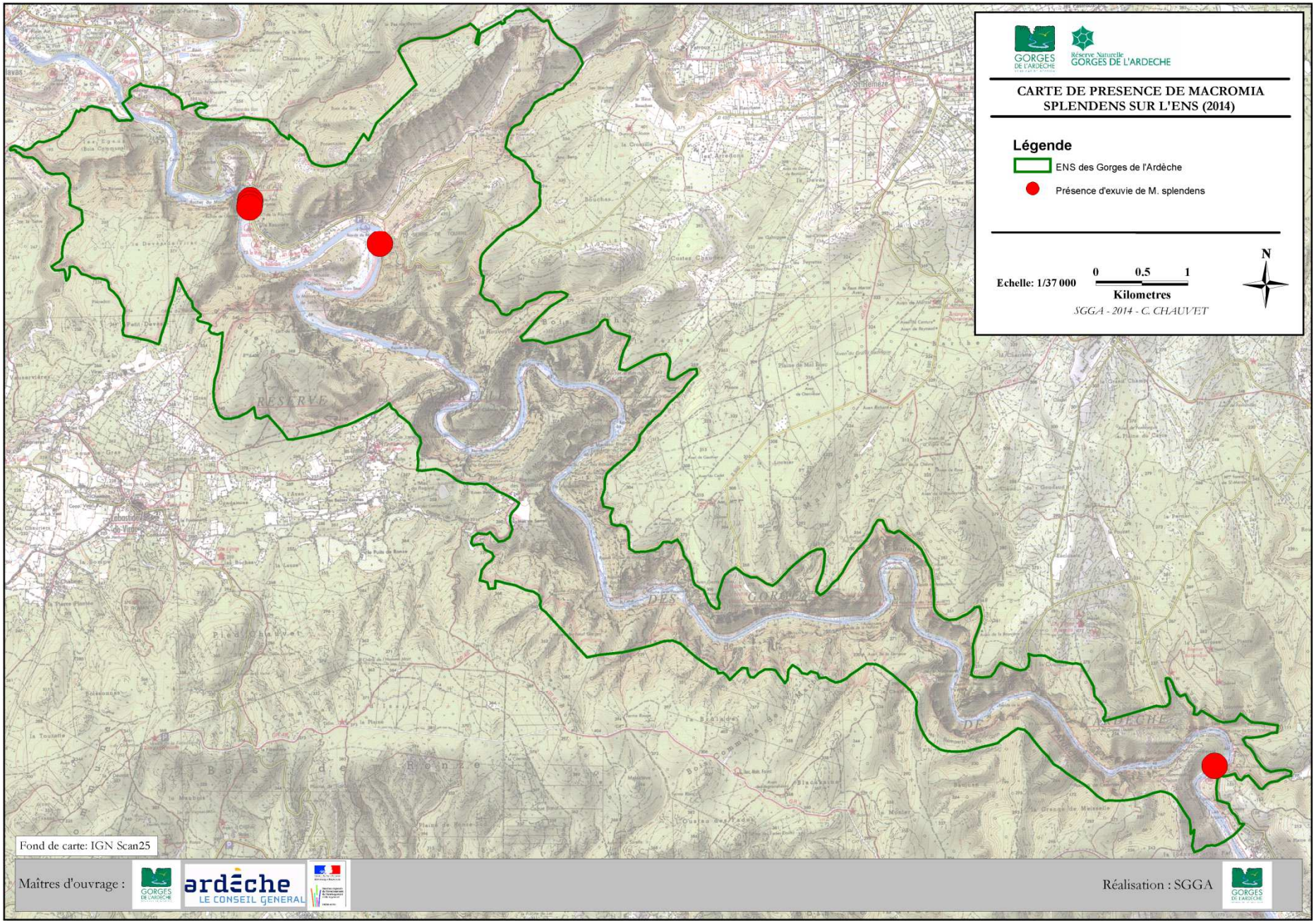
Tableau 10: Liste des espèces recensées au niveau de l'Ardèche avant 2014 et en 2014



Carte 9: Inventaire des anisoptères sur l'Ardèche au niveau de l'ENS en 2014



Carte 10: Inventaire des zygoptères sur l'Ardèche au niveau de l'ENS en 2014



Carte 11: Localisation de *M. splendens* au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche

2) Prospections sur le Rieussec et le Tiourre

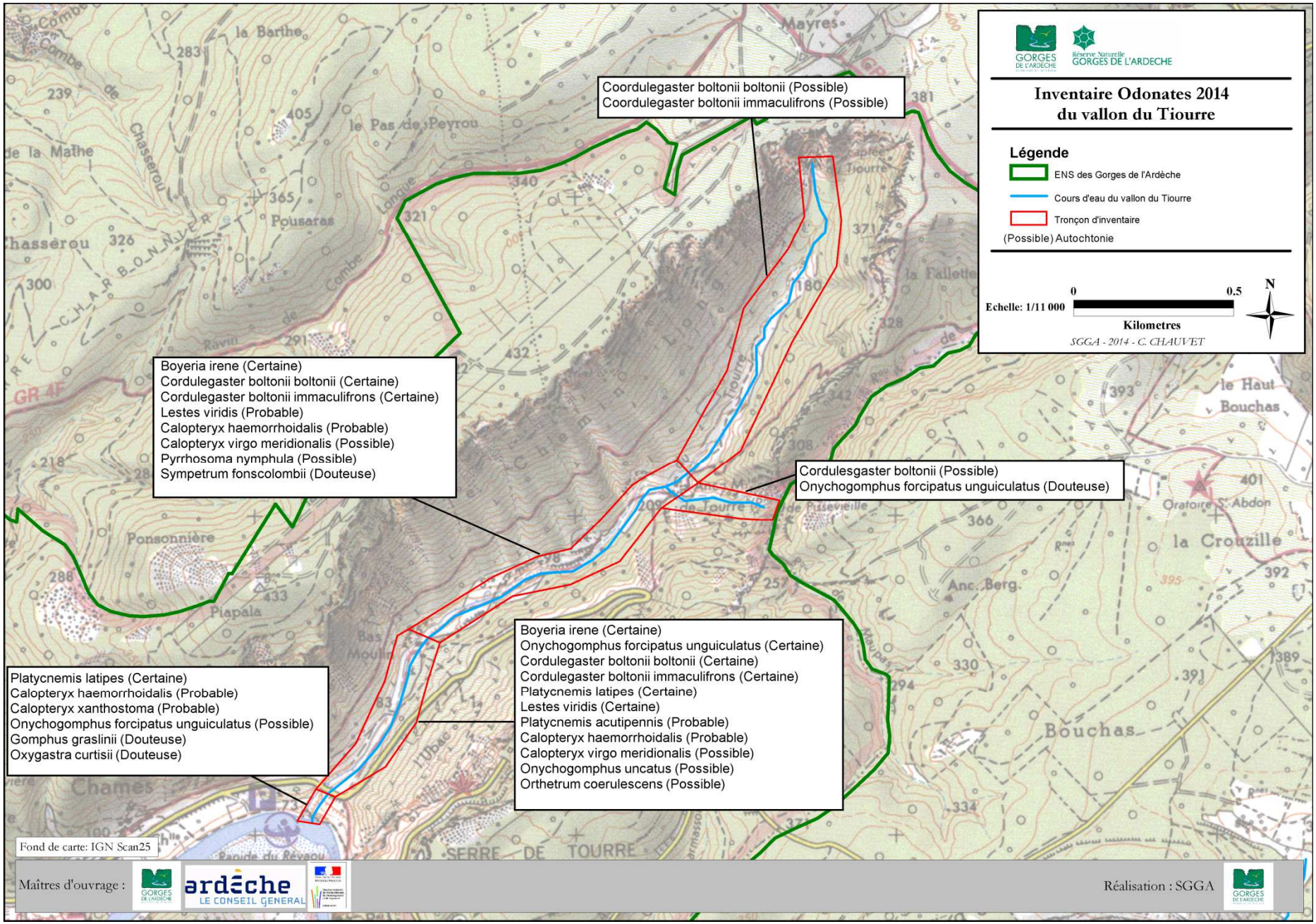
Le Rieussec n'a jamais été prospecté avant 2014. Cette unique prospection n'a permis de mettre en évidence que la présence de deux espèces (*Libellula depressa* et *Platycnemis acutipennis*).

Au niveau du Tiourre, 15 espèces ont été contactées. Sur ces 15 espèces, cinq sont nouvelles par rapport à celles déjà connues sur la zone et quatre espèces n'ont pas été recontactées en 2014 (Tableau 11). Concernant *Cordulegaster boltonii*, il semble qu'il y ait coexistence des deux sous-espèces *boltonii* et *immaculifrons*.

Espèces	Inventaires	
	avant 2014	2014
Zygoptères		
Calopteryx haemorrhoidalis	x	x
Calopteryx virgo meridionalis	x	x
Calopteryx xanthostoma	x	x
Lestes viridis		x
Platycnemis acutipennis	x	x
Platycnemis latipes	x	x
Platycnemis pennipes	x	
Pyrrhosoma nymphula	x	x
Erythromma lindenii	x	
Anisoptère		
Gomphus graslinii		x
Gomphus simillimus	x	
Onychogomphus forcipatus		x
Onychogomphus uncatus	x	x
Boyeria irene	x	x
Cordulegaster boltonii	x	x
Oxygastra curtisii	x	x
Libellula depressa	x	
Orthetrum coerulescens		x
Sympetrum fonscolombii		x
Total = 19	14	15

Jaune = espèce nouvelle

Tableau 11: Liste des espèces recensées au niveau du Tiourre avant 2014 et en 2014



Carte 12: Inventaire des odonates sur le Tiourre en 2014

3) Bilan inventaire odonatologique au sein de l'ENS

Au total, 33 espèces ont à ce jour été contactées au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche. Huit nouvelles espèces ont pu être mises en évidence sur ce dernier inventaire.

4) Limites de l'inventaire

N'étant pas la mission principale durant cette saison odonatologique, cet inventaire ne respecte pas les préconisations de la SFO pour la réalisation d'un inventaire le plus exhaustif possible. En effet les trois passages minimum préconisés n'ont pas été respectés. De ce fait, les espèces précoces et tardives ont pu ne pas être contactées.

Le Tiourre et le Rieussec ont subi une mise à sec plutôt précoce. Pour ces zones, des passages plus précoces auraient réellement été bénéfiques.

L'absence de standardisation des relevés (durée, distance de suivi, …) n'a pas permis une analyse quantitative et une comparaison avec les effectifs obtenus en 2001. De ce fait, l'analyse s'est basée uniquement sur une analyse de présence/absence des espèces par zone.

L'absence de cartographie précise des zones humides de l'ENS n'a pas permis de cibler l'ensemble des habitats potentiels. En effet, certains écoulements, mares forestières, … n'ont pas été inventoriés.

Les aléas climatiques ont pu perturber cet inventaire (notamment le vent) et ainsi certaines espèces ont pu ne pas être détectées.

Toutes ces remarques laissent à penser que la liste d'espèces reste encore incomplète.

5) Zoom sur les propriétés du Conseil Général de l'Ardèche

Au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche, 57 parcelles appartiennent au Conseil Général de l'Ardèche. Sur ces 57 parcelles, seulement 18 sont en contacts directs avec la rivière et ont donc pu être ciblées par cette étude. En effet, le suivi et les inventaires ont essentiellement été axés sur les zones d'émergence. De ce fait, l'absence de données sur les autres parcelles ne signifie pas un intérêt odonatologique nul, les autres parcelles pouvant participer au cycle de vie des odonates en tant que zone de maturation post-émergence ou zone de chasse. Sur les 18 parcelles riveraines à la rivière Ardèche, cinq sont concernées par cette étude (Tableau 12). Bien que les autres parcelles n'aient pas été échantillonnées, il semble que le cortège odonatologique des Gorges de l'Ardèche soit assez homogène sur tout le linéaire (mis à part les espèces de zones stagnantes annexes au cours principal). Il est donc plus que probable que les deux espèces patrimoniales, *Oxygastra curtisii* et *Gomphus graslinii*, et le cortège associé soient présents sur ces 18 parcelles. Il faut aussi noter la présence de *Macromia splendens* (espèce patrimoniale nouvellement mise en évidence) sur la parcelle n°113 au Ranc Pointu et proche de la parcelle n°136 vers Châmes (moins de 500m).

Parcelle (n°)	Nom	Zone de suivi	Transects sur propriétés du CG 07	Transects proches (< 250 m)	Liste des espèces	Remarques
136	Châmes	B		B_T01 ; B_T02 ; B_T03	***Oxygastra curtisii*** ***Gomphus graslinii*** *Boyeria irene* *Onychogomphus forcipatus* *Onychogomphus uncatus* *Gomphus vulgatissimus* *Gomphus pulchellus* *Gomphus simillimus* *Orthetrum coerulescens* *Cordulegaster boltonii* *Sympecma fusca* *Lestes viridis* *Calopteryx haemorrhoidalis* *Calopteryx virgo* *Calopteryx xanthostoma* *Erythromma lindenii* *Ischnura elegans* *Platycnemis acutipennis* *Platycnemis latipes* *Platycnemis pennipes*	***Macromia splendens*** (450 m) Pas de transect directement sur la parcelle mais configuration de berges similaires à B_T01 et B_T03 (rives végétalisées et boisées)
617	Gaud	D	D_T01 ; D_T06	D_T02 ; D_T03 ; D_T04 ; D_T05	***Oxygastra curtisii*** ***Gomphus graslinii*** *Boyeria irene* *Onychogomphus forcipatus* *Onychogomphus uncatus* *Gomphus vulgatissimus* *Gomphus simillimus* *Anax imperator* *Calopteryx xanthostoma* *Platycnemis acutipennis* *Platycnemis latipes*	
619	Gaud	D	D_T01 ; D_T02 ; D_T05 ; D_T06	D_T03 ; D_T04		
1289	Gournier	E	E_T06	E_T01 ; E_T02 ; E_T03 ; E_T04 ; E_T05 ; E_T07	***Oxygastra curtisii*** ***Gomphus graslinii*** *Boyeria irene* *Onychogomphus forcipatus* *Calopteryx xanthostoma* *Calopteryx splendens* *Platycnemis acutipennis* *Platycnemis latipes*	
113	Ranc Pointu	G	G_T03	G_T01 ; G_T02 ; G_T04	***Oxygastra curtisii*** ***Gomphus graslinii*** *Boyeria irene* *Onychogomphus forcipatus* *Gomphus simillimus* ***Macromia splendens*** *Orthetrum brunneum* *Libellula depressa* *Anax imperator* *Lestes viridis* *Calopteryx xanthostoma* *Coenagrion puella* *Erythromma lindenii* *Ischnura elegans* *Platycnemis acutipennis* *Platycnemis latipes* *Platycnemis pennipes*	Présence de zones stagnantes augmentant la diversité en espèces

Tableau 12: Diversité odonatologique des parcelles du CG07 ciblées par cette étude

Synthèse

Les inventaires ont été réalisés en parallèle à l'étude sur les deux espèces patrimoniales sur l'Ardèche, le Rieussec et le Tiourre, au sein de l'ENS des Gorges de l'Ardèche. Au total, 33 espèces ont été identifiées lors de l'ensemble des prospections. Huit nouvelles espèces ont pu être mises en évidence et notamment *Macromia splendens* (espèce patrimoniale) dont la présence plus qu'incertaine en 1998 restait à confirmer. Ces résultats augmentent la connaissance de la diversité odonatologique de l'ENS des Gorges de l'Ardèche mais la méthode employée laisse à penser que cette liste reste encore incomplète notamment pour les espèces tardives.



Sympetrum fonscolombii



Gomphus vulgatissimus



Coenagrion puella

III. Poursuite de l'étude et préconisation de gestion

Les connaissances odonatologiques de l'ENS restent, sans nul doute, encore lacunaires. De plus, les populations des deux espèces patrimoniales présentent des effectifs très intéressants. Il est donc nécessaire de continuer une surveillance de ces effectifs par un suivi régulier et d'identifier les menaces potentielles pouvant les impacter. La récente confirmation de la présence de *Macromia splendens* implique sa prise en compte dans les futures actions.

Plusieurs actions sont proposées dans ce rapport pour faire suite à cette étude et aux inventaires. Une priorisation des actions est à envisager. Pour cela, une note de priorité est donnée à chaque action envisagée (1 à 4 par ordre de priorité).

Action 1 : Poursuite du suivi et mise en place d'une veille écologique pour *G. graslinii* et *O. curtisii*

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA.

- Priorité et intérêt pour le SGGA: 1 Continuer le travail initié en 2014 en poursuivant l'amélioration des connaissances sur ces deux espèces patrimoniales et PNA. Utiliser ces deux espèces comme marqueurs et système d'évaluation de la fonctionnalité et de l'état de conservation des milieux.

- Zone visée : Rivière Ardèche au niveau de l'ENS des Gorges de l'Ardèche.

- Objectif de l'action :

Suivre l'évolution des effectifs des deux espèces au fil des années.

Améliorer les connaissances sur la biologie et l'écologie des deux espèces (PNA Odonates).

Avoir un « système d'alerte » indiquant une perturbation de la fonctionnalité du milieu.

- Déroulement de l'action : Deux propositions différentes sont envisagées. La méthode numéro 1 présente un suivi quantitatif basé sur le même principe qu'en 2014. La méthode numéro 2 présente un suivi qualitatif qui a l'avantage de se soustraire au problème de variations interannuelles. La pertinence de l'une ou l'autre des méthodes reste encore à évaluer.

1- Suivi de quelques zones favorables (cinq à huit transects de 50 m (**A_T06**, **B_T01**, **B_T07**, **C_T01**, D_T04, E_T05, **G_T04** et G_T07)) avec un minimum de trois passages par saison en plein pic d'émergence (trois première semaines de juin avec un décalage en cas de retard ou de précocité de la saison) et un maximum de sept passages (idem étude 2014). La récolte des exuvies se fera en canoë et à la nage sur ces transects à raison d'une fois par semaine (même protocole que l'étude 2014). Des modifications de l'habitat devront être notées car elles peuvent justifier une variation des effectifs. Les effectifs cumulés sur la saison seront calculés et comparés aux années précédentes afin de voir les évolutions des effectifs. Un tel suivi doit être répété tous les ans ou tous les deux ans. Il permettra d'alerter en cas de baisse importante et d'avoir des informations sur les fluctuations interannuelles. Ce suivi prendrait entre 10 et 20 jours tous les ans ou tous les deux ans.

Temps estimé	3 passages	7 passages
Terrain	6 j (3 x 2 j)	14 j (7 x 2 j)
Identification des exuvies	2 j	4 j
Analyse	2 j	2 j
Total	**10 j**	**20 j**

1 jour = 7h

Avantages : donne des informations fines sur les variations interannuelles (bon pour les connaissances et pour continuer à suivre les pré-requis du PNA).

Inconvénients : chronophage, doit être réalisé de manière rapprochée, résultats très dépendants des conditions climatiques.

2 - Tous les ans, suivre les sept grandes zones d'étude de 2014 en vérifiant la présence / absence des deux espèces **ou** effectuer un tirage aléatoire de dix transects de présence avérée afin de vérifier la présence/absence des deux espèces. Protocole basé sur la récolte des exuvies. Ne demande qu'un seul passage en plein pic d'émergence après des conditions climatiques favorables. En complément de ce protocole, tous les cinq ans il serait souhaitable de repasser dans tous les transects où la présence des espèces est avérée en 2014, pour vérifier la présence/absence des espèces. Lors de cette cinquième année les prospections auront lieu de juin à mi-juillet (soit six semaines). En cas d'absence lors du premier passage des espèces, un deuxième passage sera effectué deux semaines plus tard et ainsi de suite. Ainsi, au maximum, trois passages sont à prévoir. C'est au bout de ces trois passages non concluant que l'espèce peut être considérée comme absente.

Temps estimé	Année	1	2	3	4	5	
						min	max
Terrain		2 j	2 j	2 j	2 j	4 j	12 j
Identification des exuvies		1 j	1 j	1 j	1 j	2 j	3 j
Analyse		1 j	1 j	1 j	1 j	1 j	1 j
Total		**4 j**	**4 j**	**4 j**	**4 j**	**7 j**	**16 j**

1 jour = 7h

Avantages : très peu couteux en temps (sauf pour la cinquième année).

Inconvénients : doit être réalisé tous les ans, pas d'information sur les effectifs (suivi qualitatif).

<u>Action 2</u> : Inventaire des zones favorables à *M. splendens*

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA, partenariat associatif (FRAPNA, Sympetrum), stagiaire.

- Priorité et intérêt pour le SGGA: 1 Permet d'améliorer les connaissances sur cette nouvelle espèce patrimoniale et continuer le travail de 2014. Cette espèce rentre dans le PNA et le SGGA à la responsabilité de la prendre en compte et de la préserver.

- Zone visée : Rivière Ardèche au niveau de l'ENS des Gorges de l'Ardèche.

- Objectif de l'action :

Déterminer les zones de présence de l'espèce au sein de la zone d'étude.

Evaluer l'importance des populations.

- Déroulement de l'action :

1 - Accentuer l'effort d'échantillonnage dans les zones de présence répertoriées en 2014 (Carte 11) en inventoriant tous les habitats favorables se trouvant dans un rayon de 200 m.

2 - Déterminer les zones potentiellement favorables à l'espèce selon la littérature et à dire d'expert. Identifier ces zones sur SIG puis confirmer sur le terrain. Inventaire partiel ou exhaustif de ces zones (selon le nombre de zones favorables répertoriées) basé sur la récolte des exuvies en canoë ou à la nage selon le type de berge.

- Période : Une saison de fin mai à juillet (à adapter selon la précocité éventuelle de la saison).

- Durée de l'action :

1 - Deux passages par mois sur les zones de présence avérée en 2014 (cinq passages).

Temps / Passage	1	2	3	4	5	**Total**
Terrain	1 j	1 j	1 j	1 j	1 j	5 j
Bibliographie et phase de bureau	/	/	/	/	/	1 j
Analyse	/	/	/	/	/	1 j
Total						**7 j**

1 jour = 7h

2 - Un passage par mois entre fin mai et fin juillet (trois passages).

Temps (en jours) / Passage	1	2	3	**Total**
Terrain	1 j	1 j	1 j	3 j
Bibliographie et phase de bureau	3 j	/	/	3 j
Analyse	/	/	/	1 j
Total				**7 j**

1 jour = 7h

(Nombre de jour de terrain dépend du nombre de sites prospectés => possible surestimation ou sous-estimation).

Au total, les deux actions en cumulées occuperaient **14 jours**.

- **Remarques :** Action à reproduire sur plusieurs années consécutives et pouvant faire l'objet d'un nouveau stage odonate ou de partenariats inter-associatif voire scolaire (BTS-GPN ou Master environnement) pour la phase de terrain notamment.

<u>Action 3</u> : Mise en place du protocole RhoMeO sur l'intégrité du peuplement d'odonates

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA, partenariat associatif (Sympetrum), Bernard Pont.

- Priorité et intérêt pour le SGGA: 1 Permet de suivre les cortèges odonatologiques tout en utilisant ce groupe bio-indicateur comme moyen d'évaluation de l'intégrité et de la fonctionnalité des milieux aquatiques. Mise en place d'un protocole novateur et prometteur et commun à d'autres espaces naturels

- Zone visée : ENS des Gorges de l'Ardèche voire site Natura 2000 dans un deuxième temps.

- Objectif de l'action :

Evaluer l'intégrité du milieu aquatique à travers l'analyse du peuplement odonatologique.

Participer au complément d'inventaire

- Déroulement de l'action :

Cette action suit un protocole strict commun au bassin Rhône- Méditerranée. Un pré-travail a été effectué en 2014 (Annexe 4) mais demande encore des mises à jour et des éclaircissements au niveau de la mise en place du protocole et notamment du plan d'échantillonnage.

- Période : Saison de fin mai à septembre (selon la phénologie).

- Durée de l'action : A refaire tous les cinq à dix ans.

Concernant la durée annuelle de l'action, il est impossible de donner une durée à ce stade du travail. Le protocole préconise une dizaine de points par jours pour la phase de terrain. Concernant la phase de préparation du protocole et d'analyse, entre une et deux semaines semblent nécessaires la première année voir l'année suivante pour les ajustements.

Année	1 (mise en place)		2 (année + 1 ou + 5) (ajustement)		3	
Temps	min	max	min	max	min	max
Terrain	12 j (30 points avec 3 passages)	24 j (50 points avec 4 passages)	12 j	24 j	12 j	24 j
Bibliographie et phase de bureau	5 j	10 j	3 j	5 j	1 j	1 j
Analyse	1 j	2 j	1 j	2 j	1 j	2 j
Total	**18 j**	**36 j**	**16 j**	**31 j**	**14 j**	**27 j**

1 jour = 7h

Peut être que moins de 30 points seront suffisants.

- **Remarque :** Cf. Annexe 4.

<u>Action 4</u> : Inventaire complémentaire de l'odonatofaune

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA, partenariat associatif (FRAPNA, Sympetrum), stagiaire.

- Priorité et intérêt pour le SGGA : 3 Permet d'avoir un inventaire très précis (de type atlas régional odonatologique) et une connaissance très poussée des espèces présentes dans tous les territoires gérés par les SGGA. Très informatif et peu être utile en cas de réalisation ou réactualisation des atlas régional et départemental des odonates.

- Zone visée : ENS des Gorges de l'Ardèche voire site Natura 2000.

- Objectif de l'action :

Compléter les inventaires de 2014.

Tendre vers l'exhaustivité.

- Déroulement de l'action :

Effectuer un maillage des périmètres d'étude (au choix selon la précision que l'on souhaite avoir (500 m x 500 m ou 1 km x 1 km voire plus)).

Identification des différents habitats odonatologiques potentiels (cours d'eau, annexes au cours d'eau, mares (forestière ou pas), suintement, canaux, …).

Prospection à vue et récolte d'exuvies des habitats d'intérêt, trois à quatre fois par mailles, avec détermination de la note d'autochtonie selon la Figure 4 (suivre le protocole Steli pour plus de précision).

- Période : Trois années consécutives avec 3 à 4 passages par maille (passages à adapter selon la précocité ou le retard éventuels).

- Durée de l'action : Dépend du nombre de mailles et d'habitats à prospecter par maille (à compter cinq mailles par jour en moyenne).

Temps	**Année**	1 (mise en place)	2	3
Terrain		30 j (pour 50 mailles à prospecter avec 3 passages)	30 j	30 j
Bibliographie et phase de bureau		10 j	1 j	1 j
Analyse et rédaction		5 j	5 j	10 j
Total		**45 j**	**36 j**	**41 j**

1 jour = 7h

- **Remarques :**

Lourd en terme de temps mais permet de tendre vers l'exhaustivité et une cartographie précise des différentes espèces au sein du territoire. Demande un effort considérable sur trois ans mais ne doit pas être reproduit de façon régulière après ces trois années.

Peut faire l'objet d'un des objectifs d'un nouveau stage odonate ou de partenariats inter-associatif voire scolaire (BTS-GPN ou Master environnement) pour la phase de terrain notamment.

<u>Action 5</u> : Etude de Capture-Marquage-Recapture sur *G. graslinii* et *O. curtisii*

- Partenaire, prestataire : Universitaire, thésard, Agent du SGGA, partenariat associatif.

- Priorité et intérêt pour le SGGA : 4 Intérêt surtout de connaissance pure mais tout de même un intérêt pour le SGGA avec la connaissance des zones de maturation et de chasse en vue d'éventuelles action de gestion et de conservation si nécessaire.

- Zone visée : ENS des Gorges de l'Ardèche.

- Objectif de l'action :

Connaitre les mouvements des individus pour identifier les zones de maturation post-émergence, de chasse et les flux inter- et intra-populationnel.

Cadrer avec les pré-requis du PNA concernant l'évolution des connaissances.

Tenter d'expliquer l'éventuelle diminution d'effectif au centre des Gorges en fonction des flux et des zones de maturation ou de chasse.

- Déroulement de l'action :
- Période :
- Durée de l'action :
} A préciser si la décision est prise de réaliser cette étude.

- **Remarques :** Très lourd à mettre en place pour le SGGA et doit, à mon sens, plutôt faire l'objet d'une thèse en partenariat avec les coordinateurs de la version Rhône-Alpes du PNA odonates.

<u>Action 6</u> : Etude sur l'habitat larvaire de *G. graslinii* et *O. curtisii*

- Partenaire, prestataire : Universitaire, thésard, Agent du SGGA, partenariat associatif.

- Priorité et intérêt pour le SGGA : 4 Intérêt surtout de connaissance pure mais tout de même un intérêt pour le SGGA en vue d'éventuelles action de gestion et de conservation si nécessaire.

- Zone visée : ENS des Gorges de l'Ardèche.

- Objectif de l'action :

Améliorer les connaissances sur les caractéristiques de l'habitat larvaire des deux espèces.

Cadrer avec les pré-requis du PNA concernant l'évolution des connaissances.

- Déroulement de l'action :
- Période :
- Durée de l'action :
} A préciser si la décision est prise de réaliser cette étude.

- **Remarques :** Très lourd à mettre en place pour le SGGA et doit, à mon sens, plutôt faire l'objet d'une thèse en partenariat avec les coordinateurs de la version Rhône-Alpes du PNA odonates.

<u>Action 7</u> : Identification et gestion des menaces visant *G. graslinii* et *O. curtisii*

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA, partenariat avec Ardèche Claire et Onema.

- Priorité et intérêt pour le SGGA : 2 Connaitre les menaces sur ces deux espèces et éventuellement mettre en place des actions de gestion afin de pallier à celle-ci. La surveillance de certaines menaces peut être bénéfique à d'autres espèces (odonates ou non).

- Zone visée : Ardèche de l'ENS des Gorges de l'Ardèche voire Natura 2000.

- Objectif de l'action :

Identifier les menaces potentielles sur ces deux espèces selon celles citées dans le PNA et la littérature (Perturbation des sites d'émergence par le trafic fluvial, intensification de l'utilisation des espaces péri-aquatiques, marnage, pollution, exploitation des granulats, …) (INPN, s.d. et s.d. ; Jourde et Hussey, s.d. ; Dupont, 2010).

Cadrer avec le PNA concernant la gestion des menaces.

Action de gestion pour contrer les menaces identifiées.

- Déroulement de l'action :

Tester l'impact du trafic fluvial : expérience de mise en défens d'une partie des zones d'émergence. Les canoës stationnant sur des zones favorables (impacts uniquement possible sur les ripisylves à végétation basse) ou le piétinement pourraient impacter les espèces. Une expérience comparant une zone mise en défens à une zone libre permettrait de quantifier cet impact. La comparaison se baserait sur une comparaison du nombre d'exuvies récoltées (durant le pic d'émergence). En cas d'impact avéré, il faudrait organiser une mise en défens des zones à risques ou proposer des documents informatifs pour les touristes (panneau, plaquettes, …).

Le marnage provoqué par le trafic fluvial ne peut être réduit que par diminution du flux de canoës en période propice aux émergences mais cela semble compliqué à gérer.

Maintien des berges végétalisées et des zones ouvertes péri-aquatiques pouvant servir de zone de maturation et de zone de chasse (besoin d'identifier ces zones avant cette étape).

Discussion avec Ardèche Claire concernant la qualité des eaux, l'impact des barrages et des seuils et la gestion globale de l'Ardèche. Essayer de fixer un contrôle régulier (une fois par trimestre) et une remontée systématique des données jusqu'au SGGA.

- Période : Phase d'émergence des deux espèces (juin et juillet) + période hivernale pour les partenariats et les discussions avec les partenaires.

- Durée de l'action : Pour le contrôle de l'eau, compter entre zéro et deux jours (selon de qui fait le relevé de terrain : Ardèche Claire ou SGGA).

Temps	Expérience de mise en défens
Pose du défens	0,5 j
Récolte des exuvies et identification	1,5 j
Analyse et rédaction	1 j
Total	**3 j**

1 jour = 7h

<u>Action 8</u> : Information et communication

- Partenaire, prestataire : Agent du SGGA

- Priorité et intérêt pour le SGGA : 3 Valorisation du travail du SGGA, sensibilisation et communication auprès du grand public, des autres professionnels de l'environnement, des acteurs locaux et des politiques.

- Zone visée : ENS des Gorges de l'Ardèche.

- Objectif de l'action :

Sensibiliser.

Communiquer sur le travail du SGGA.

- Déroulement de l'action : Ces actions doivent être réalisées en concertation entre le pôle scientifique et le pôle communication.

Formation des labélisés (loueur, bateliers et BE) et des autres acteurs locaux (politiques, camping, …) sur les odonates du territoire. Effectuer une demi-journée ou une journée de formation sur les espèces présentes dans l'ENS et sur les actions qui pourraient être bénéfiques pour ces espèces et ainsi allier le tourisme local et la préservation de ces espèces (1 jour de préparation + 1 jour de formation tous les 2 ans).

Formation interne sur les odonates pour les agents du SGGA sur la reconnaissance des espèces (adulte et exuvie) et sur les méthodes d'échantillonnage et d'observation afin que ceux-ci puissent participer au travail odonatologique lors de leurs sorties de terrain (saisie de données opportunistes sur SERENA) (1 jour de préparation + 1 jour de formation). Ceci peut aussi se faire sous forme de fiches techniques et fiches espèces distribuées à chaque agent.

Exposition photographique et conférence auprès du grand public, des politiques et des acteurs locaux. Permet de communiquer sur ce groupe, sur sa diversité, sa préservation et sur les dangers pouvant les impacter (1 jour de préparation + 0,5 jour de conférence et exposition). Cela peut aussi passer par une visibilité lors de stand dans des manifestations à plus grande échelle.

Plaquette informative sur les odonates des Gorges de l'Ardèche. Ceci permet de diffuser auprès du grand public en exposant la diversité de l'ENS et les moyens de préserver ces espèces (à adapter au public visé).

Diffusion du travail auprès des professionnels du monde odonatologique français (rédaction d'article, diffusion des rapports par mail, …).

Ce tableau expose les estimations de temps pour chaque action proposée. Il a été considéré que toutes les actions débutent en 2015 mais il est évident que cela semble impossible et il suffit de faire glisser une action l'année suivante et de décaler le planning annuel d'une ou plusieurs années.

	Estimation du temps de travail																	
Intitulé de l'action		Priorité	Partenaires ou prestataires	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Poursuite du suivi et mise en place d'une veille écologique pour *G. graslinii* et *O. curtisii*	Suivi quantitatif (proposition 1)	1	SGGA	10 j	20 j	10 j	20 j	10 j	20 j	10 j	20 j	10 j	20 j	10 j	20 j	10 j	20 j
	Suivi qualitatif (proposition 2)	1	SGGA	4 j		4 j		4 j		4 j		7 j	16 j	4 j		4 j	
Inventaire des zones favorables à *M. splendens*		1	SGGA partenariat associatif (FRAPNA, Sympetrum) stagiaire	14 j		14 j		Même durée si action reconduite tous les ans									
Mise en place du protocole RhoMeO sur l'intégrité du peuplement d'odonates		1	SGGA partenariat associatif (Sympetrum) Bernard Pont	18 j	36 j	16 j	31 j	/		/		/		/		14 j	27 j
Inventaire complémentaire de l'odonatofaune		3	SGGA partenariat associatif (FRAPNA, Sympetrum) stagiaire	45 j		36 j		41 j		/		/		/		/	
Etude de Capture-Marquage-Recapture sur *G. graslinii* et *O. curtisii*		4	Universitaire/thésard partenariat associatif SGGA														
Etude sur l'habitat larvaire de *G. graslinii* et *O. curtisii*		4	Universitaire/thésard partenariat associatif SGGA														
Identification et gestion des menaces visant *G. graslinii* et *O. curtisii*	Expérience de mise en défens et gestion	2	SGGA	3 j		? 2 j		? 2 j		? 2 j		? 2 j		? 2 j		? 2 j	
	Partenariat, discussion	2	SGGA partenariat avec Ardèche Claire, Onema														
	Surveillance de la qualité des eaux	2	SGGA partenariat avec Ardèche Claire, Onema	0 j	2 j	0 j	2 j	0 j	2 j	0 j	2 j	0 j	2 j	0 j	2 j	0 j	2 j
Information et communication	Formations des labélisés et autres acteurs locaux	3	SGGA	2 j		/		2 j		/		2 j		/		2 j	
	Formation des agents	3	SGGA	2 j		/		/		/		/		/		/	
	Conférence et exposition photographique	3	SGGA	1,5 j		/		/		/		/		/		/	

Conclusion

Ce travail sur *G. graslinii* et *O. curtisii,* dans l'ENS des Gorges de l'Ardèche à la demande du SGGA, basé sur un protocole rigoureux essentiellement sur les exuvies, a permis d'apporter de nombreuses précisions sur l'écologie des deux espèces. Elle s'insère dans les pré-requis du PNA Odonate quant à l'amélioration des connaissances (notamment sur la caractérisation des sites d'émergence).

La description des différents transects de suivi a permis de définir les conditions favorables à l'émergence de ces deux espèces protégées dans l'ENS des Gorges de l'Ardèche. Pour *O. curtisii*, les dalles verticales à fond sableux profond et en courant lentique sont les plus favorables et ces zones peuvent renfermer des densités impressionnantes (plus de 400 exuvies pour 100 m de berges). *G. graslinii*, quant à lui, affectionne les zones sableuses plus végétalisées mais semble beaucoup plus tolérant. Les zones de tuf, fortement présentes dans les Gorges, sont particulièrement favorables aux odonates car elles allient le substrat minéral et la végétation. Au dire des informations de la littérature, les sites d'émergence dans les Gorges de l'Ardèche sont quelques peu différents de ceux trouvés dans le reste de la France. La présence d'un environnement très minéral entraîne des divergences aux niveaux des caractéristiques habituelles. *G. graslinii* et *O. curtisii* semblent s'être très bien adaptés à cet environnement *a priori* plutôt inadéquat. Il serait intéressant de voir si ces particularités se retrouvent dans d'autres écosystèmes de gorges.

Ce travail a également permis de compléter les inventaires sur l'ENS des Gorges de l'Ardèche et ainsi augmenter la liste des espèces présentes avec 8 nouvelles espèces (33 en 2014 contre 26 en 2001). La découverte et la preuve d'autochtonie de *M. splendens* est très intéressante. Cette espèce pourrait être le thème de la prochaine mission odonatologique du SGGA avec peut être de nouvelles découvertes. Plusieurs actions sont également à prévoir dans le futur afin de poursuivre et de compléter ce travail avec notamment la mise en place du protocole RhoMeO. Mais également la mise en place d'une veille écologique sur *G. graslinii* et *O. curtisii,* l'inventaire complémentaire de l'odonatofaune, des compléments d'étude scientifique sur l'écologie et biologie de *G. graslinii* et *O. curtisii* ainsi que des actions de sensibilisation et d'information sur ce groupe taxonomique. Il serait aussi souhaitable d'avoir une réflexion afin d'identifier les menaces visant et les mesures de gestion visant les populations de *G. graslinii* et *O. curtisii.*

Bibliographie

Bensettiti, F. & Gaudillat, V.C. (2003). *Odonates*. Espèces animales. Paris, La Documentation française. 7 : 283-306.

Bravard, J.-P. (1993). *Quelques caractères de la morphodynamique fluviale des gorges de l'Ardèche*. Géomorphologie et aménagement de la montagne : hommage à P. Cabret. Centre National de recherche scientifique de Caen. 23-32.

Corbet, S. & Hoess, R. (1998). Sex ratio of Odonata at emergence. International Journal of Odonatology. 1 (2) : 99-118.

Deliry, C. (coord.) (2008). *Atlas illustré de la région Rhône-Alpes*. Groupe Sympetrum et Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble, Edition : Biotope, Mèze (Collection Parthénope). 408 p.

Deliry, C. (2013). *Plan Régional d'Action des Odonates en Rhône-Alpes*. Groupe Sympetrum / LPO. Document non publié. 83 p.

Dijkstra, K.-D. B. & Lewington, R. (2007). *Guide des libellules de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé. 320 p.

Dommanget, J.L. (1987) *Etude Faunistique et Bibliographique des Odonates de France*. Inventaire de Faune et de Flore. S.F.F., M.N.H.N., Paris. 283 p.

Dommanget, J.-L. (2002). *Protocole de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (Programme INVOD)*. Muséum National d'Histoire Naturelle : Paris. 64 p.

Dommanget, J.L., Prioul, B., Gadjos, A. & Boudot, J.P. (2009). *Document préparatoire à une Liste Rouge des Odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire*. Société Française d'Odonatologie. Document non publié. 48 p.

Doucet, G. (2011). *Clé de détermination des exuvies des odonates de France : 2ème Edition.* Société Française d'Odonatologie. 67 p.

Dupont, P. (2010). *Plan national d'actions en faveur des Odonates*. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 170 p.

Faton, J-M. & Sanchez, E. (1998). *Adaptation de la Méthode dans la Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche et test 1998*. Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche, programme hydrophyte – odonates. 13 p.

Grand, D. & Boudot, J.P. (2006). *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Edition : Biotope, Mèze (Collection Parthénope). 480 p.

Heidemann, H. & Seidenbusch, R. (2002). *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse)*. Bois-d'Arcy, Société française d'Odonatologie. 416 p.

INPN (s.d.). *Gomphus graslinii (Rambur, 1842) : Le Gomphe de Graslin*. [en ligne]. Consulté le 28 mars 2014 : http://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/fiches/1046.pdf.

INPN (s.d.). *Oxygastra curtisii (Dale, 1834) : La Cordulie à corps fin*. [en ligne]. Consulté le 28 mars 2014 : http://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/fiches/1041.pdf.

Jourde, P. & Hussey, R. (s.d.) *Oxygastra curtisii (Dale, 1834) : Cordulie à corps fin.* [en ligne]. Consulté le 18 août : http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/IMG/pdf_Cordulie_a_corps_fin.pdf.

Kalman, V.J., Boudot, J.P., Bernard, R., Conze, K.J., De Knijf, G., Dyatlova, E., Ferreira, S., Jovic, M., Ott, J., Riservato, E. & Sahlén, G. (2010). *European Red List of Dragonflies*. International Union for Conservation of Nature (IUCN), 40p.

Ladet, A. & Bauvet, C. (2001). *Les odonates des Gorges de l'Ardèche : Suivi 2001 et complément d'inventaire sur les espèces de l'annexe II de la directive Habitats*. SIGARN, FRAPNA 07, Natura 2000. 55 p.

Ladet, A. (1992). *Inventaire des Odonates des Gorges de l'Ardèche – Résultats préliminaires*. Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche. Document non publié. 3 p.

Ladet, A., Juliand, P. et Deliry, C. (2012). *Libellules d'Ardèche : Atlas naturel du Parc régional des Monts d'Ardèche et du département de l'Ardèche*. FRAPNA 07, GRPLS, Parc naturel régional des Monts d'Ardèche. 236 p.

Leipelt, K.G., & Suhling, F. (2001). *Habitat selection of larval Gomphus graslinii and Oxygastra curtisii (Odonata : Gomphidae, Corduliidae)*. International Journal of Odonatology. 4(1) : 23-34.

Malavoi, J.R. (1995). *Quantification et cartographie des faciès d'écoulement des Gorges de l'Ardèche*. Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ardèche, Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche et Epteau, 12 p.

Malavoi, J.R. & Souchon, Y. (2002). *Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques*. Bulletin Français Pêche Pisci. 365/366 : 357-372.

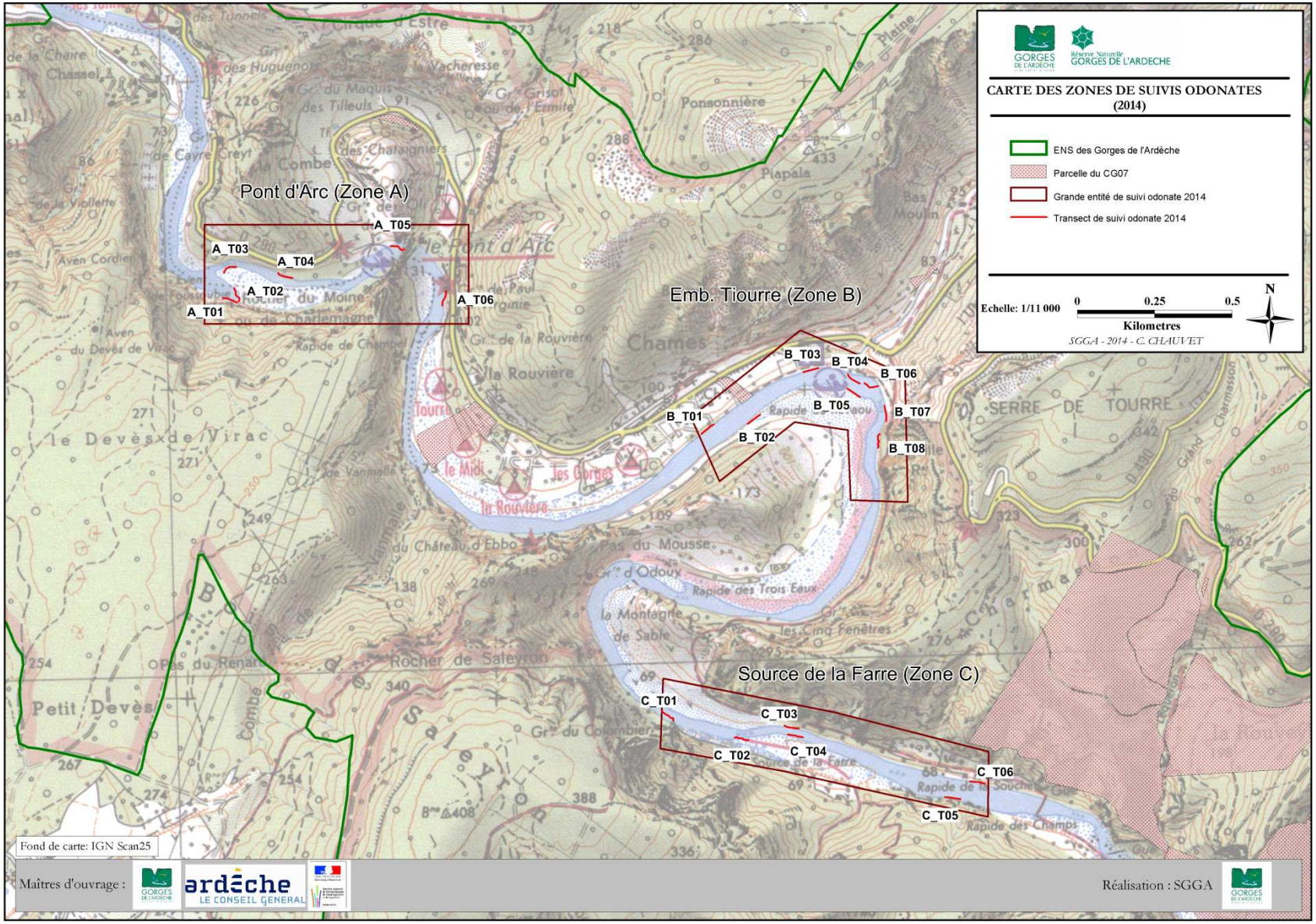
Ministère de l'agriculture & B.E.T.S.H. (1974). *Etude de rivière : l'Ardèche*. Ministère de l'agriculture, B.E.T.S.H. 51 p.

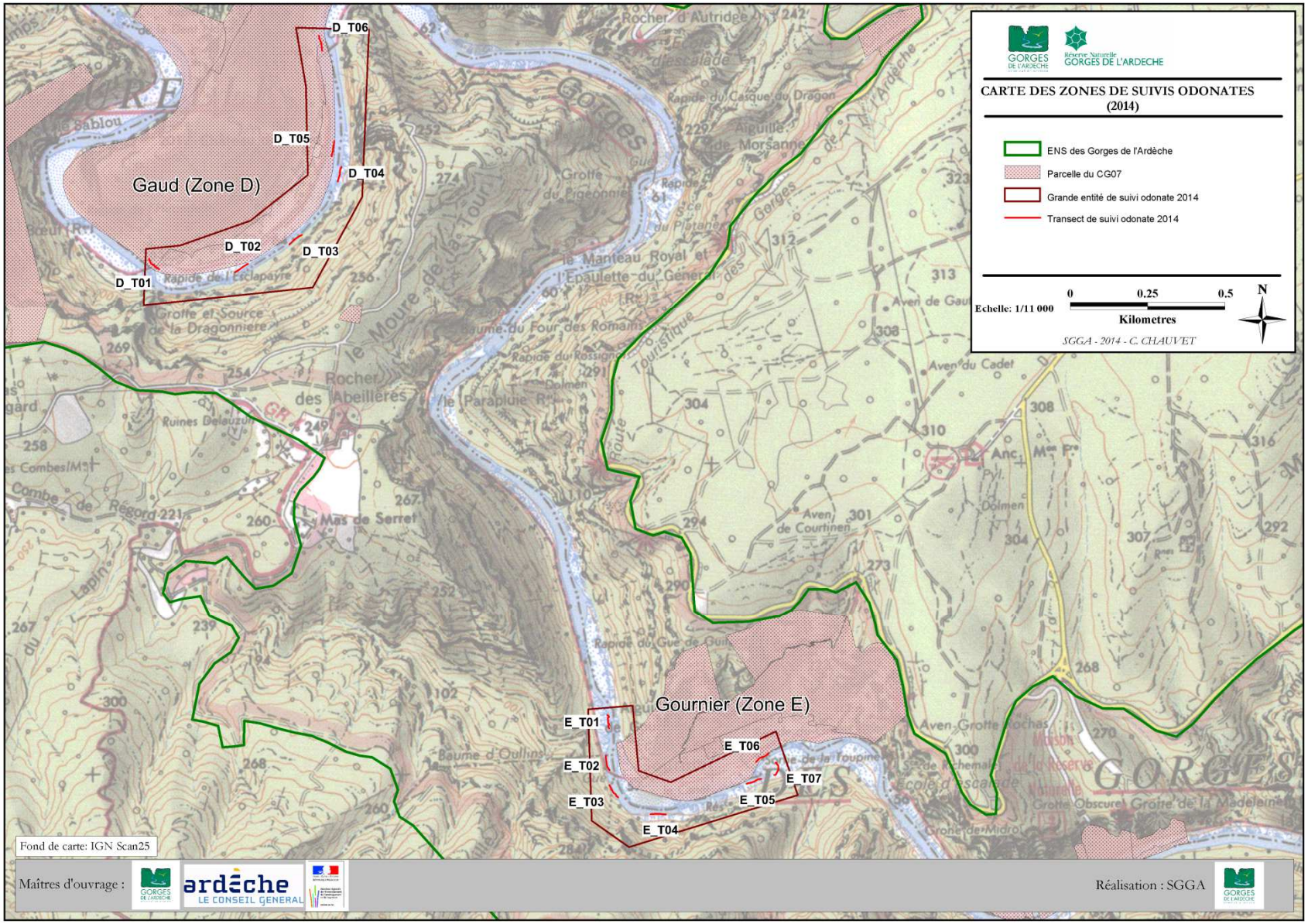
Pont, B., Faton, J.-M. & Pissavin, S. (1999). *Protocole de suivi à long terme des peuplements de macrophytes aquatiques et d'odonates comme descripteurs de fonctionnement des hydrosystèmes : Programme-test sur 17 Réserves Naturelles ou Réserves Naturelles volontaires de France*. Réserves Naturelles de France. [en ligne]. Consulté le 27 mars 2014 : http://www.insectes-france.com/telechargement/download/protocole_suivi_macrophytes_odonates.pdf.

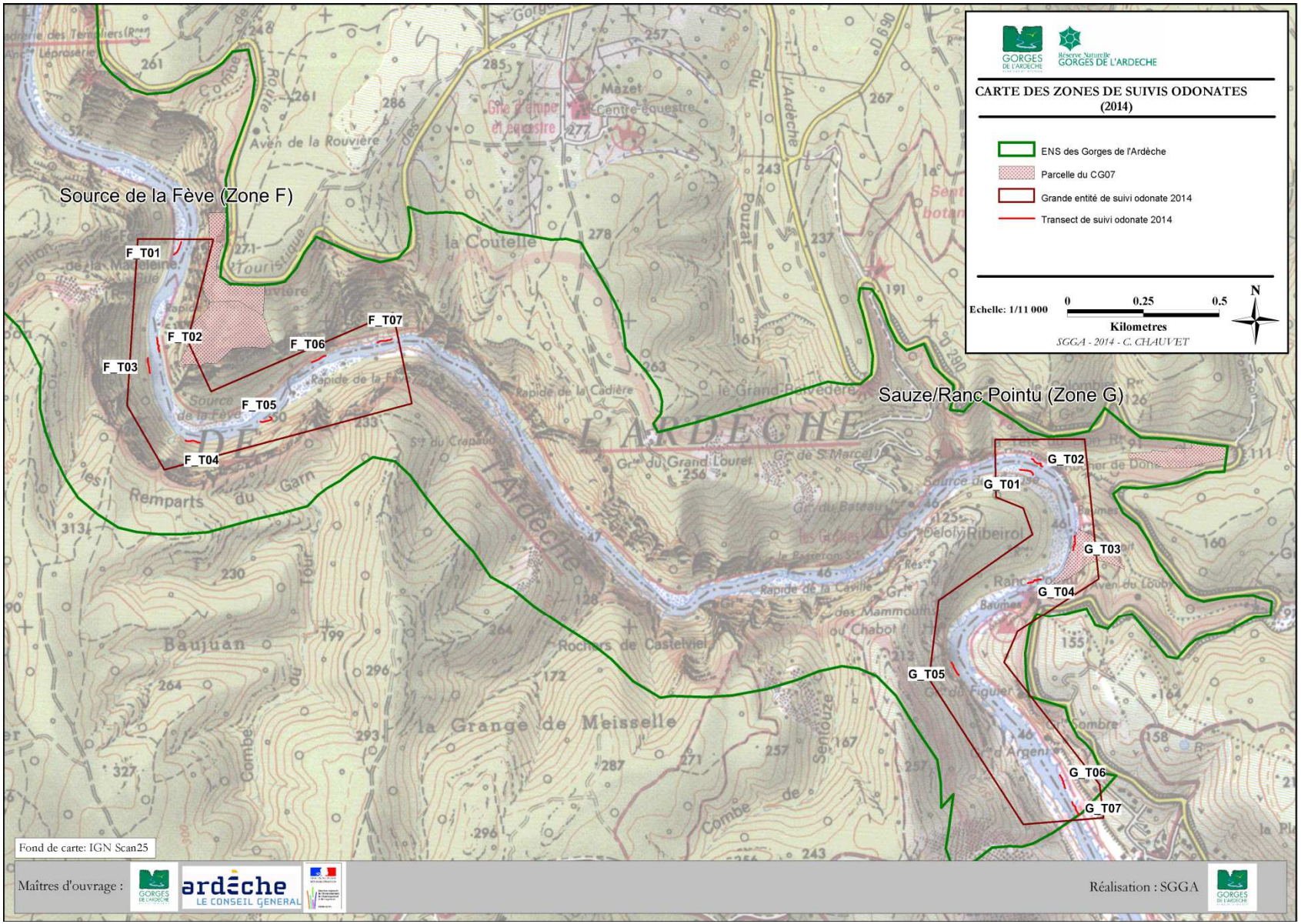
Pont, B. (2014). *Intégrité des peuplements d'odonates I10 : Extrait de la boite à outils de suivis des zones humides*. RhoMeO. [en ligne]. Consulté le 25 mars 2014 : http://rhomeo-bao.fr/sites/all/themes/corporateclean/pdf/I10_ZH_Boite-outils.pdf.

Annexes

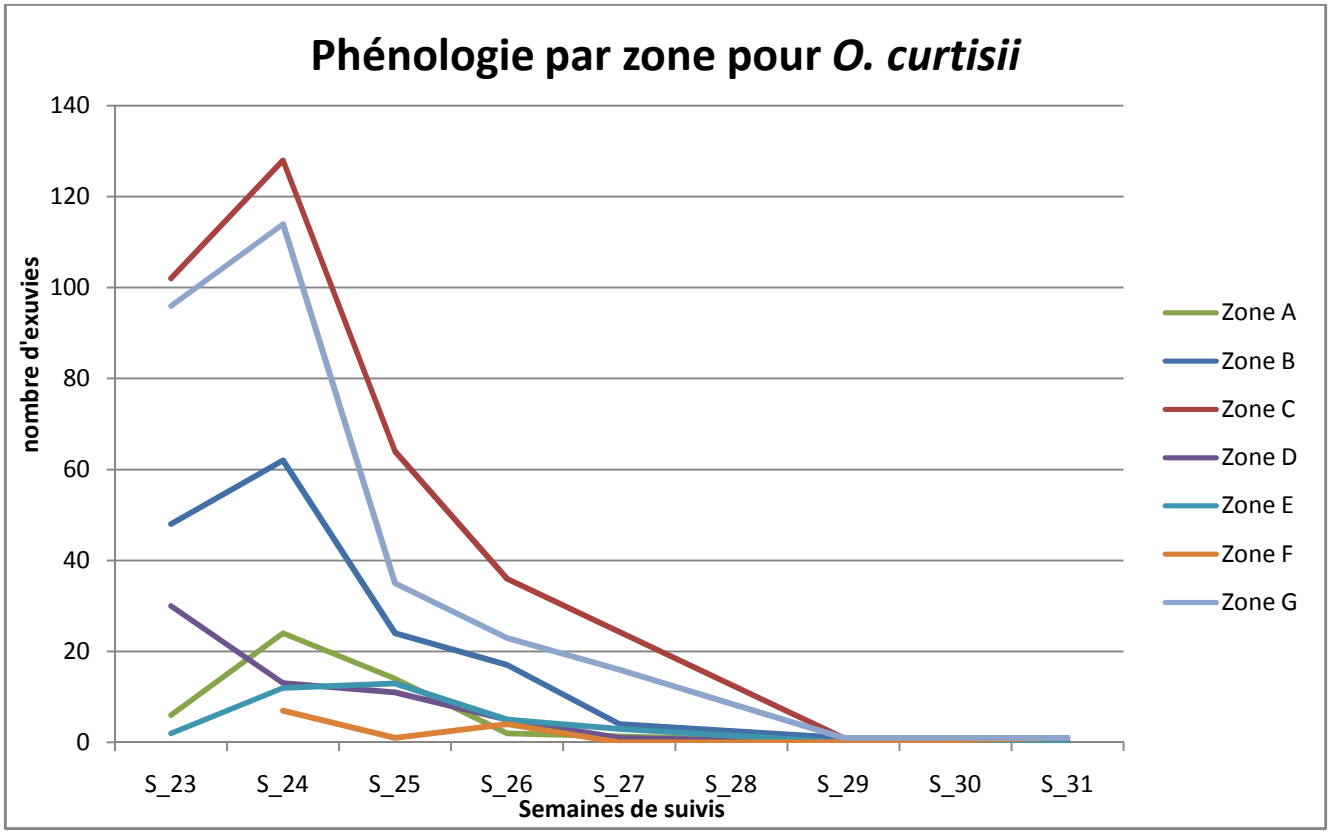
Annexe 1 : Carte de localisation des différents transects par zone de suivi



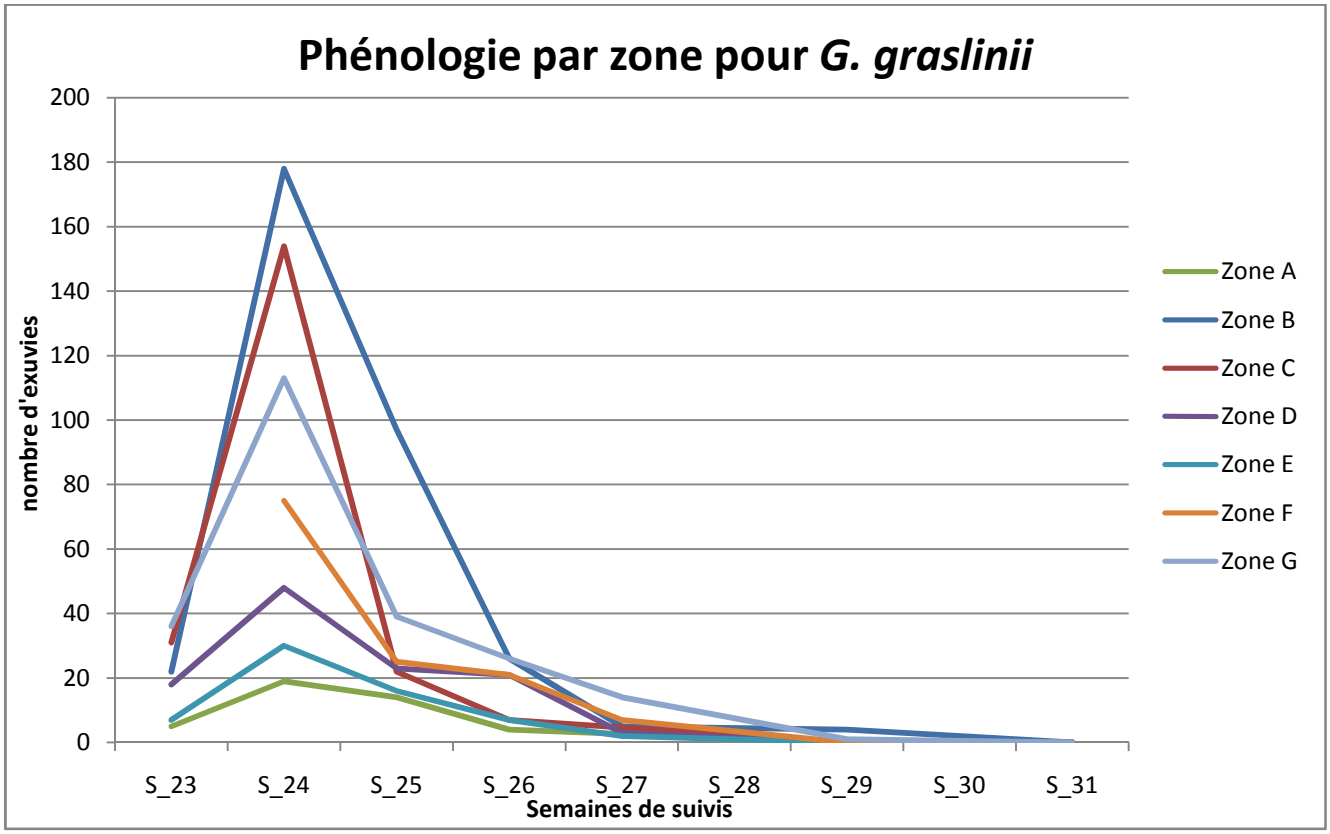

CARTE DES ZONES DE SUIVIS ODONATES
(2014)
ENS des Gorges de l'Ardèche
Parcelle du CG07
Grande entité de suivi odonate 2014
Transect de suivi odonate 2014
Echelle: 1/11 000
0
0.25
0.5
Kilometres
N
SGGA - 2014 - C. CHAUVET
Gaud (Zone D)
D_T01
D_T02
D_T03
D_T04
D_T05
D_T06
Gournier (Zone E)
E_T01
E_T02
E_T03
E_T04
E_T05
E_T06
E_T07
Fond de carte: IGN Scan25
Maîtres d'ouvrage :
Réalisation : SGGA


CARTE DES ZONES DE SUIVIS ODONATES
(2014)
ENS des Gorges de l'Ardèche
Parcelle du CG07
Grande entité de suivi odonate 2014
Transect de suivi odonate 2014
Echelle: 1/11 000
0
0.25
0.5
Kilometres
N
SGGA - 2014 - C. CHAUVET
Source de la Fève (Zone F)
F_T01
F_T02
F_T03
F_T04
F_T05
F_T06
F_T07
Sauze/Ranc Pointu (Zone G)
G_T01
G_T02
G_T03
G_T04
G_T05
G_T06
G_T07
Fond de carte: IGN Scan25
Maîtres d'ouvrage :
Réalisation : SGGA

Annexe 2 : Courbes de phénologie 2014 pour *Oxygastra curtisii*



Annexe 3 : Courbes de phénologie pour *Gomphus graslinii*



Annexe 4 : Fiche descriptive du protocole RhoMeO (intégrité du peuplement d'odonates) et pré travail d'adaptation à l'ENS des Gorges de l'Ardèche

I) Protocole RhoMeO d'intégrité du peuplement d'odonates

Objectif : Evaluation de l'état des zones humides en utilisant les odonates comme bioindicateurs avec un protocole standardisé comparant un peuplement observé à un peuplement attendu. Cette comparaison permet de montrer le niveau d'altération de la zone humide. Une espèce absente permet de formuler des hypothèses quant à l'altération.

Périodicité du relevé : tous les 5 ans ou tous les 10 ans (peut être fait plus tôt pour vérifier les résultats d'une action de gestion de la zone humide).

Protocole :

Plan d'échantillonnage :

1) Définir tous les habitats potentiels (tous les habitats odonatologiques présents (Cf liste dans protocole RhoMeO)) et effectuer une cartographie des surfaces en eau (carte topographique + photos aériennes + visites du site).

2) Vérification de la liste des espèces attendues pour voir la pertinence de calculer l'indicateur RhoMeO.

3) Echantillonnage stratifié couvrant tous les habitats. 3 points d'observation minimum par habitat et maximum 10 points (idéalement 6). Dans différents habitats, placer les points en tenant compte des différentes nuances/micro-habitats. Si habitat trop petit pour trois points, il faut faire au mieux pour les prendre en compte. Pour les habitats fragmentés, tous les patchs doivent être échantillonnés.

Surface d'observation :

- Transect (25mx5m (2,5m de part et d'autre de la limite eau/terre)) si facile de parcourir à pied (canoë pour déplacement inter-points) (2 transects peuvent être collés)

Ou

- Points de rayon 5-10 m (détermination à vue) (points distants de 25m au moins)

=> Habitat homogène au sein de chaque unité de suivi

=> Géolocalisation des points (barycentre)

=> Description de chaque unité de suivi (Cf fiche de relevé)

Conditions de réalisation d'un relevé :

→ Transect : marche lente, durée de référence fixée lors de la première visite (puis restera constante idéalement entre 8 et 15 min)

→ Points : au moins 6 min +2 min si une nouvelle espèce est détectée dans les 2 dernières minutes (ainsi de suite jusqu'à ne plus détecter de nouvelle espèce) (noter le temps d'observation)

Le temps de capture et détermination n'est pas à prendre en compte (pour limiter ce temps, il faut bien se renseigner sur les listes d'espèces voire faire une étape de prédétermination)

Période : de 10 h à 16h avec condition optimale le jour du relevé et la veille

		Température		
		< 17°C	17°C - 22°C	> 22°C
Nébulosité	> 3/4	non	oui	oui
	< 3/4	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4 Beaufort	non	oui	oui
	4 Beaufort	non	oui exceptionnellement	
	> 4 Beaufort	non	non	non

Calendrier d'observation :

4 passages dans l'idéal mais au moins 3: début mai - juin – juillet - septembre (calage variable selon phénologie des espèces mais dans les Gorges de l'Ardèche cela semble correspondre) (mai et juin peuvent faire l'objet d'un seul passage)
Ce calendrier doit être identique toutes les années de l'étude.

Paramètres à collecter :

→ Imagos : espèce, présence d'un ou de plusieurs individus, présence ♀ et ♂ et comportement reproducteur (capture ou jumelles).
→ Récolte d'exuvies anisoptères facultatives sauf en grands cours d'eau (cas de l'Ardèche) : espèce si possible sinon genre et nombre d'individus. Cette récolte se fait sur les transects au retour du passage à pied.
=> Cf fiche de relevé

Construction du tableau de résultat :

Utilisation d'une base de données ou d'un tableur Excel
Tableau double entrée : espèces (imagos/exuvies)/points de suivi.
Si la détermination n'est pas au niveau spécifique, il faut utiliser le tableau suivant pour savoir s'il faut conserver ou pas la donnée en question.

Cas	Règle de gestion
Un seul taxon observé dans le genre, même non déterminé au niveau spécifique Ex : *Sympetrum sp*	Le taxon est conservé *Ex : Sympetrum sp*
Deux taxons observés dans le genre dont un non déterminé au niveau spécifique Ex : *Aeshna affinis* et *Aeshna sp* ou Aeshna affinis et Aeshna mixta/affinis	Toutes les données sont affectées au taxon déterminé au niveau spécifique *Ex : Aeshna affinis*
Plus de deux taxons observés dans le genre dont au moins un non déterminé au niveau spécifique Ex : *Sympetrum striolatum, Sympetrum sanguineum et Sympetrum sp.*	Les occurrences de taxons non déterminés au niveau spécifique sont attribuées aux taxons déterminés au prorata de la fréquence de contact des taxons déterminés (*) *Ex : Si S. striolatum est contacté 4 fois et S sanguineum une fois on affectera 4/5 des occurrences de Sympetrum sp au premier et 1/5 au second. Si le nombre d'occurrence de Sympetrum sp. est inférieur à 5, toutes les données sont affectées à S. striolatum*

Evaluation de la qualité de l'information collectée :

2 analyses doivent être effectuées pour vérifier ce point :

→ Estimation de la richesse totale de la zone humide en fonction de la richesse observée (estimateur de Jacknife (S_{obs}/S_{true}) feuille de calcul à télécharger (http://campus.hesge.ch/ibem/calcul.asp)). L'échantillonnage est considéré comme bon si la richesse détectée est supérieure à 75% de la richesse estimée. Si ce n'est pas le cas il faut revoir le plan d'échantillonnage pour les années suivantes afin d'atteindre cette valeur de 75%.

→Degré d'autochtonie selon le comportement reproducteur (4 classes). Chaque espèce aura la note d'autochtonie la plus forte possible en fonction des comportements identifiés.

Autochtonie	Critères
Certaine	*Émergence ; Exuvie ; Néonate (individu récemment émergé, encore peu coloré, aux ailes encore brillantes et volant avec maladresse).*
Probable	*Présence de larves ; Femelle en activité de ponte ; Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur plusieurs point d'observation dans la même zone humide.*
Possible	*Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur un seul point d'observation dans la même zone humide ; Comportement territoriaux / poursuite de femelles / accouplements / tandems.*
Douteuse	*Individu isolé, sans comportement d'activité de reproduction ; Comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.*

A partir de ces notes spécifiques, il est possible de calculer le degré d'autochtonie du peuplement qui correspond à la proportion de chaque classe. La qualité de l'échantillonnage est validée si 50 % des espèces sont classées en « certaine » et « probable ».

Analyse et interprétation :

2 étapes pour calculer la note indicatrice :

- Construction de la liste d'espèces attendues : sélection des espèces potentielles selon les habitats odonatologiques et le domaine biogéographique (Méditerranéen occidental pour la Réserve) (Tableau en Annexe du protocole RhoMeO). Un degré d'affinité est attribué à chaque espèce selon son affinité avec le milieu. Seules les espèces avec un code 1 ou 2 seront gardées. Pour finir un filtre de présence par département est effectué sur la liste. Ainsi, il est possible d'obtenir la liste des espèces sténoèces attendues dans la zone humide en question.

code	intitulé
1	Habitats principaux *
2	Affinité forte*
3	Affinité moyenne*
4	Habitats significativement visités sans qu'aucune certitude de reproduction ne soit acquise*

- Rapprochement des listes observées et attendues pour voir les espèces au rendez vous et ainsi pouvoir effectuer le calcul de l'indicateur (de 0% à 100%). Le 100 % indique un peuplement intègre mais est illusoire. Il est donc considéré comme intègre à partir d'un seuil de 65 % (ce seuil dépend du nombre d'espèces attendues et de la qualité de l'échantillonnage).

  Les espèces absentes peuvent apporter plus d'informations et notamment sur le type d'altération possible entrainant l'absence.

II) Pré travail d'adaptation à l'ENS des Gorges de l'Ardèche

Ce protocole est relativement simple à mettre en place au niveau opérationnel. La plus grande difficulté est la mise en place d'un plan d'échantillonnage. Dans un premier temps, il serait souhaitable d'axer le travail uniquement sur la rivière Ardèche et sur les annexes proches type mares ou résurgences (exclusion du Tiourre ou autre petit cours d'eau de la zone et les suintements et sources diverses).

Un calcul de deux notes (voire 3) semble judicieux même si il est possible de faire une note unique pour toute la zone. Pour cela, il est nécessaire de définir deux (ou 3) secteurs :

- Châmes ←→ Rapide des Champs
- Ranc Pointu ←→ Sauze
(- Gaud ←→ Gournier)

Un échantillonnage stratifié doit être fait dans ces zones en tenant compte des macro- et micro-variations (courant, type de berge, substrat, présence de végétation…). Des transects devront être utilisés pour le cours principal alors que les points seront utilisés dans le cadre des annexes ou des résurgences.

La définition du type de milieu peut se faire *a posteriori* après l'échantillonnage de la première année qui demandera bien certainement des ajustements lors de la 2ème campagne. La liste d'espèce présente et la description des habitats odonatologiques laisse tout de même à penser que les habitats potentiels sont :

- Cours principal de grands cours d'eau calme (avec les annexes associées)
- Cours principal de grands cours d'eau vif (avec les annexes associées)
(- Rivières à eaux vives
- Rivières à eaux calmes)

Le document fourni par la boite à outil de suivi des zones humides fourni toutes les annexes nécessaires à la réalisation de ce protocole. L'exemple de calcul est très clair et permet une bonne compréhension des méthodes de calcul. Il serait tout de même bien venu de voir s'il n'existe pas des tableurs tout fait ou des fiches de calcul toute prêtes comme pour le protocole Steli et de se mettre en relation avec les personnes ressources (Bernard Pont notamment) pour discuter des calculs (ou éventuellement sous-traiter cette partie de l'analyse). Pour la première année, la construction du plan d'échantillonnage demandera sans doute une aide extérieure pour s'assurer de la pertinence et fera très certainement l'objet de nombreux ajustement l'année suivante.