Etude des Odonates

Atlas de la Biodiversité Chalonnaise

Dorian Angot

STAGE DE LICENCE PROFESIONNELLE « ESPACES NATURELS » BIOLOGIE APLIQUEE AUX ECOSYSTEMES EXPLOITES

Table des matières

Introduction 1
I. Matériel et méthode 2
A. Etat des connaissances : 2
B. Secteurs inventoriés : 2
C. Echantillonnage : 4
Inventaire des cours d'eau sous-prospectés : 5
Inventaire ciblé de *C.mercuriale* : 6
Inventaire des mares : 9
D. Conditions météorologiques : 10
E. Explotation des données : 11
Parcours des cours d'eau : 11
Prospections ciblés pour rechercher C.mercuriale : 11
Inventaires des mares : 12
II. Résultats 13
A. Inventaire de *C.mercuriale* 13
Description des sites : 13
Description des stations sur lesquelles l'espèce a été observée : 15
Fonctionnement métapopulationnel : 17
Conclusion et préconisations de gestion : 18
B. Prospection des cours d'eau de l'Armangé et du Jeu 19
L'Armangé 19
Le Jeu 23
Discussion 27
C. Inventaire des mares 29
Richesses spécifiques 29
Autochtonie des espèces et statuts 32
Fréquences d'occurrence 33
Caractérisation des mares et richesse spécifique 35
Discussion et perspectives 37
D. Répartition 37
E. Statut et autochtonie des espèces 39
III. Conclusion 42
Bibliographie 43
Annexes 45

Table des Illustrations

Figure 1. Gomphe à pattes jaunes, Gomphus flavipes - ©D.Grobois 2
Figure 2. Localisation des cours d'eau inventoriés..... 3
Figure 3. Localisation des mares ciblées 4
Figure 4. Motif caractéristique du mâle sur le segment 2 6
Figure 5. Mâle de C.mercuriale 7
Figure 6. Exemple d'interprétation photographique - Tronçon ouvert prospecté (à gauche), tronçon fermé non prospecté (à droite)..... 8
Figure 7. Articulation des inventaires dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise 13
Figure 8. Etat de conservation des écoulements visités pour C.mercuriale – Nombre de cours d'eau par catégorie (N=15) 14
Figure 9. Localisation des écoulements et évaluation de leur état de conservation..... 15
Figure 10. Ruisseau du Bignon - S.Guérif, 2014 15
Figure 11. Evolution des effectifs sur la station du "Bignon" 16
Figure 12. Ecoulement des "Pirouets"..... 16
Figure 13. Evolution des effectifs sur la station des "Pirouets" 17
Figure 14. Localisation des stations à C.mercuriale 18
Figure 15. L'Armangé..... 19
Figure 16. Tronçon caractéristique de l'Armangé : Zone ombragée avec substrat composé de Cailloux et de Graviers 20
Figure 17. Carte géologique et localisation du ruisseau de l'Armangé après déviation du lit mineur . 20
Figure 18. Fréquences spécifiques sur le cours d'eau de l'Armangé (occurrences par tronçon)..... 21
Figure 19. C.boltonii en action de ponte – Ruisseau de l'Armangé 21
Figure 20. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et de l'ombrage – Cours d'eau de l'Armangé -..... 22
Figure 21. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et du débit de l'eau – Cours d'eau de l'Armangé -..... 22
Figure 22. Section aval de l'Armangé au niveau de l'embouchure avec le Layon..... 23
Figure 23. Fréquences spécifiques sur le cours d'eau de l'Armangé (occurrence par tronçon) 25
Figure 24. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et de l'ombrage – Cours d'eau du Jeu – 26
Figure 25. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et du débit de l'eau – Cours d'eau du Jeu-..... 27
Figure 26. Bilan de la richesse spécifique sur les deux cours d'eaux visités 28
Figure 27. Illustration des différentes traces de pollutions observées en 2015 sur le ruisseau de l'Armangé 28
Figure 28. Variation de la richesse spécifique selon le type de mares 30
Figure 29. Evolution du nombre d'espèces détectées en fonction des relevés et du type de mare.... 31
Figure 30. Diagramme rang -fréquence des espèces observées durant l'inventaire des mares 34
Figure 31. Répartition des abondances par espèces en fonction du type de mare..... 35
Figure 32. Boxplot de la richesse spécifique en fonction de la variable "rives"..... 36
Figure 33. boxplots de la richesse spécifique en fonction des variables « niveau d'eau » (en bas) et « végétation aquatique dominante » (en haut)..... 36
Figure 34. Evolution du nombre de données et de la richesse spécifique par année 37
Figure 35. Nombre de données par maille (1x1 km, Lambert 93) 38
Figure 36. Nombre d'espèces observées par maille..... 39

Table des Tableaux

Tableau 1. Caractérisation des tronçons 5
Tableau 2. Indices d'abondance mesurés 5
Tableau 3. Comportement des individus 5
Tableau 4. Critères de détermination du niveau d'autochtonie d'après VANAPPELGHEM 2007 6
Tableau 5. Récapitulatif des conditions favorables à C.mercuriale 7
Tableau 6. Caractérisation des stations 8
Tableau 7. Paramètres descriptifs des mares – Adaptation de la fiche de description des sites du protocole STELI 10
Tableau 8. Périodes de relevés 10
Tableau 9. Paramètres météorologiques favorables à la réalisation des inventaires (d'après de protocole STELI) 10
Tableau 10. Clé de détermination de l'état de conservation de stations visitées – (D'après Dodelin, 2005) 11
Tableau 11. Synthèse des caractéristiques des cours d'eau visités et évaluation de l'état de conservation 14
Tableau 12. Liste d'espèces observées et niveau d'autochtonie – ruisseau de l'Armangé 21
Tableau 13. Liste d'espèces observées et niveau d'autochtonie - ruisseau du Jeu 25
Tableau 14. Dates de prospections 29
Tableau 15. Espèces "exclusives" par type de mares 31
Tableau 16.Niveau d'autochtonie et statut angevin des espèces fréquentant les mares, d'après VANAPPELGHEM, 2007 et l'Atlas des libellules du Maine-et-Loire réalisé par les Naturalistes Angevins. 33

Table des Annexes

Annexe 1. Sections - Armangé 45
Annexe 2. Ombrage des tronçons - Armangé 45
Annexe 3. Débit - Armangé 46
Annexe 4. Nombre d'espèces par section - Armangé 46
Annexe 5. Sections - Jeu 47
Annexe 6. Substrat - Armangé 47
Annexe 7. Ombrage - Jeu 48
Annexe 8. Débit - Jeu 48
Annexe 9. Nombre d'espèces par tronçon - Jeu 49
Annexe 10. Substrat - Jeu 49
Annexe 11. M42 et M15 - Mares prairiales fermées 50
Annexe 12. M03 et M67 - Mares prairiales ouvertes 50
Annexe 13. M18 et M162 - réserves incendies 50
Annexe 14. M88 et M22 - Village/Agrément 50
Annexe 15. M57 et M37 - Boisement 51
Annexe 16. M158 et M194 - Lagunage 51
Annexe 17. M130 et M207- Boire 51
Annexe 18. M45 -"Mare à Xénope" 51

Introduction

Le taxon des Odonates regroupe les Zygoptères et les Anisoptères. En France métropolitaine, on compte entre 93 et 97 espèces selon la prise en compte ou non des espèces occasionnelles et migratrices (BOUDOT et GRAND,2006 ; BOUDOT et DOMMANGET, 2012). Le département du Maine et Loire en compte à lui seul 64 si l'on considère l'ensemble de la période 1847-2011 (Atlas des Libellules de Maine et Loire, 2013)

Les recherches bibliographiques qui intègrent la mutualisation des données du CPIE Loire Anjou et des Naturalistes Angevins (Atlas des Libellules du Maine et Loire) montrent que **41 espèces d'Odonates sont connues sur la commune de Chalonnes-sur-Loire. Parmi ces espèces, 13 présentent un statut particulier[1], quatre d'entre elles figurent en Annexe II et/ou IV de la directive Habitat**.

Les Odonates sont intéressants à étudier lorsque l'on s'intéresse aux milieux aquatiques lentiques comme lotiques. Le cycle de vie larvaire de ce taxon, la diversité d'écologie des espèces le rendent pertinent à étudier. Il est important de signaler que même si il est intéressant d'étudier les espèces au cas par cas, le taxon des odonates s'appréhende souvent par cortège.

La sensibilité de certaines espèces quant à la qualité des habitats larvaires et de l'eau renforce l'intérêt d'étudier ce groupe (BOUDOT et GRAND, 2006). Les conditions dulçaquicoles des milieux et la végétation aquatique ou semi-aquatique sont généralement responsables des cortèges présents. Les bouleversements sur les habitats ou les pollutions chimiques peuvent influencer généralement sur la présence de certaines espèces. Tous ces critères font des odonates un indicateur stable et sûr de la qualité des hydrosystèmes (D'AMICO & al, 2004).

L'inventaire des odonates sur un territoire doit prendre en compte les différentes phases du cycle de vie. Il est préconisé d'étudier à la fois les imagos et les exuvies[2]. L'étude des imagos ne prouve pas l'autochtonie des espèces mais permet d'avoir une bonne image du cortège d'odonates présent de façon assez rapide. L'étude des exuvies quant à elle permet de prouver l'autochtonie des espèces. Elle permet aussi de détecter des espèces dont les imagos sont très difficiles à observer au stade adulte (les Gomphes par exemple). C'est une méthode peu intrusive pour les espèces présentes car aucune capture n'est nécessaire. De plus, les conditions de récoltes sont beaucoup moins exigentes que les passages pour étudier les imagos. Par contre, certaines espèces ne peuvent pas être identifiées par cette méthode (ex : Coenagrionidae), l'identification et la récolte des exuvies peut être longue et fastidieuse (usage de la loupe binoculaire et d'une embarcation souvent nécessaire). Elle apporte une image de l'importance des populations larvaires. Il existe donc une véritable complémentarité entre l'étude de ces deux stades.

Dans le cadre de L'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise, Le taxon des Odonates a été retenu pour être étudié en 2015. Les inventaires réalisés ont ciblé les secteurs lacunaires en connaissances de façon à avoir une complémentarité avec les associations naturalistes locales. Différents protocoles standardisés ont donc été mis en place.

[1] Une espèce est considérée comme porteuse d'un statut à partir du moment où elle est déclarée déterminante ZNIEFF.

[2] Anciennes cuticules des larves que l'on retrouve après leurs émergences sur la végétation ou sur les berges

I. Matériel et méthode

A. Etat des connaissances :

Chalonnes-sur-Loire est une commune très diversifiée en termes de milieux. Le cours d'eau du Louet joue important pour la présence des *Gomphidae* sur la commune. Toutes les espèces recensées sur le territoire y sont présentes, notamment deux espèces remarquables : le Gomphe Serpentin (*Ophiogomphus cecilia*) et le Gomphe à pattes jaunes *(Gomphus flavipes).* Plusieurs études ont d'ailleurs été menées à sur ces espèces de façon à affiner les connaissances sur cette famille d'Odonates (CPIE Loire Anjou & Corela-CEN).

Figure 1. Gomphe à pattes jaunes, Gomphus flavipes - ©D.Grobois

Parmi les enjeux odonatologiques présents sur la commune, il parait important de souligner la présence de l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*). Il était en effet connu sur une localité de la commune avant le démarrage des inventaires.

La Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*), ne se reproduit pas sur les cours d'eau de la commune comme cela peut être le cas dans d'autres secteurs du département. Elle fréquente à Chalonnes les grands étangs et les anciennes carrières telle que le lac bleu.

Les espèces déterminantes ZNIEFF sont connues ponctuellement sans aucune idée précise de la répartition des espèces. L'analyse des données bibliographiques montre de très bonnes connaissances de certains secteurs de la commune (Carrières, Louet, Layon, …). Par contre, certains secteurs semblent lacunaires en termes de richesse spécifique et de nombre de données (Armangé, Jeu, mares, …).

B. Secteurs inventoriés :

Après concertation avec les différents acteurs du territoire disposant de données sur ce groupe d'insectes, certaines zones ont été ciblées de façon à définir les secteurs à échantillonner de façon en 2015. Une hiérarchisation à trois échelles a alors été effectuée (données issues de protocoles, recherches ciblées, données ponctuelles) .

Il a été choisi de prospecter en 2015 les cours d'eau traversant la commune dont les connaissances semblaient lacunaires et de ne pas retenir ceux pour lesquels les données étaient concidérées comme suffisamment exhaustives (ex : le Louet). Dans ce cadre, le ruisseau de l'Armangé traversant la commune du Sud vers le Nord a été propecté. Un autre ruissseau, le Jeu, a fait l'objet des mêmes prospections. Ce dernier s'écoule en limite Est de la commune.

La stratification de l'inventaire a permis **de cibler les recherches sur une espèce : l'Agrion de mercure, *Coenagrion mercuriale.*** Ce zygoptère a été découverte en 2013 sur la commune mais sa répartition est méconnue. L'écologie particulière de cette espèce la rend souvent peu détectable si l'on ne prospecte pas les milieux qui lui sont favorables. Elle vit en effet dans des milieux particuliers : les cours d'eau lotiques, permanents, de faible importance, bien ensoleillé avec une végétation aquatique (GRAND et BOUDOT, 2006). Un pré-repérage SIG a donc été effectué à l'aide du Scan25 et des orthophotos du territoire.

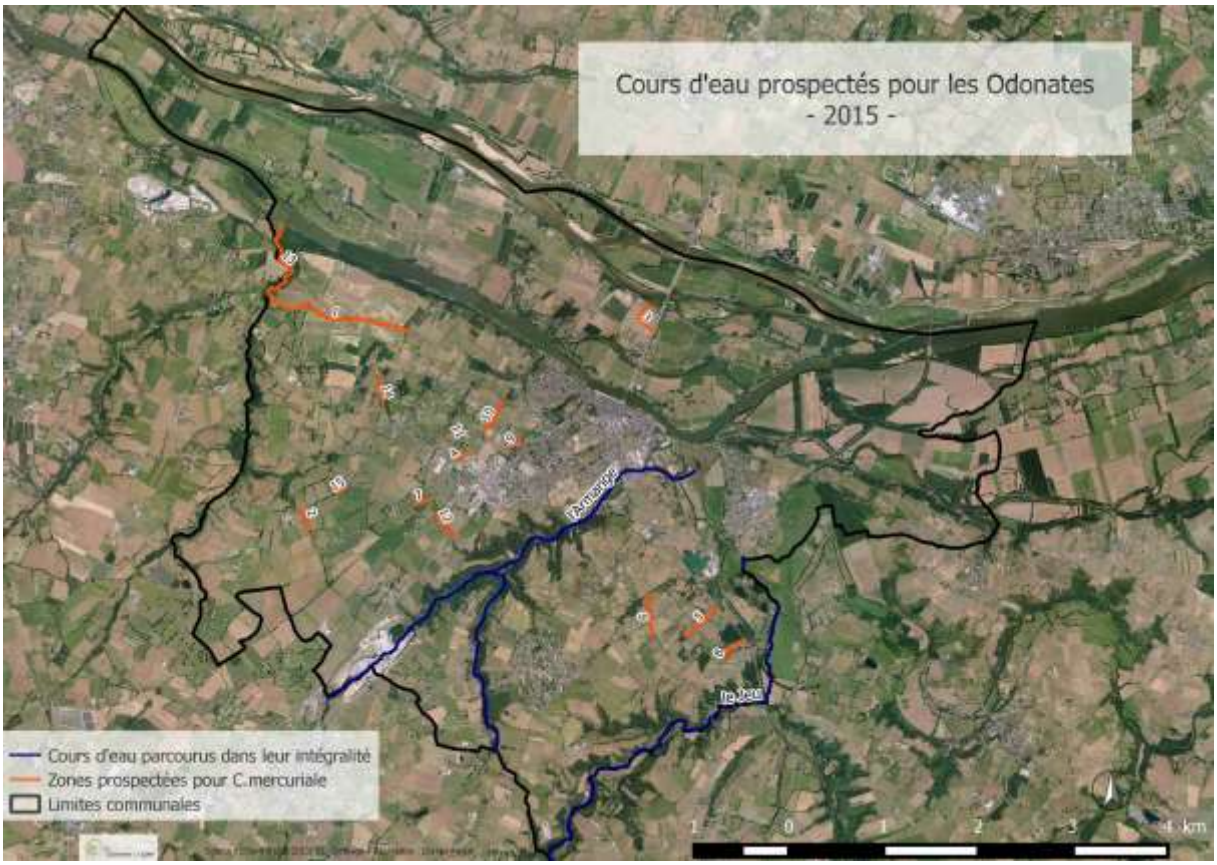


Figure 2. Localisation des cours d'eau inventoriés

Un troisième inventaire ciblant le taxon des Odonates a été effectué sur un milieu dont les connaissances sont très partielles sur la commune **: les mares**. Ces hydrosystèmes lentiques ont fait l'objet d'un protocole particulier. Leurs études s'est effectuée par typologie, des sites échantillons représentatifs du réseau de mares ont alors été sélectionnés.
Certaines mares du bassin versant de l'Armangé faisant objet de rédaction d'un plan de gestion en 2015 (F.Dupont), ont été étudiées afin de faire figurer les odonates dans l'état des lieux des différents sites, en particulier ceux pour lesquels des travaux seraient envisagés. Le taxon a été retenu comme indicateur d'effet pour les éventuelles opérations de gestion effectuées.
Le choix de la localisation des sites « référence » par typologie a été effectué de façon à couvrir la commune géographiquement dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise mais aussi de façon à posséder un état des lieux sur le Bassin versant de l'Armangé dans le cadre du plan de gestion. 15 mares ont été inventoriées de façon standardisée, deux mares par typologie ont été retenues.

Typologie	**ID mare 1 – Lieu-dit**	**ID mare 2 – Lieu-dit**
Prairiale « ouverte »	67 – La Bodinière	3 – L'Eperonnerie
Prairiale « fermée »	42 – La Grande Chauvière	15 – Le Bignon
Boire	207 – La Soulouze	130 – La queue de l'île
Boisement	37 – Les Charrères	57 – La Rosée
Village/Agrément	22 – Le pin	88 – Le Roc
Réserve incendie (péri-urbain)	18 – Le Bignon	162 – Le Coteau Moreau
Lagunage/Bassin d'orage	158 – Saint Vincent	194 – L'Eperonnerie
Xenope	45 – Collège de l'Armangé	/

Les typologies ont été choisies de façon à être représentatives des mares de la commune. Elles prennent en compte majoritairement l'habitat dans lequel elles se trouvent avec quelquefois quelques précisions :

- Pour les mares prairiales, une distinction ouverte/fermée a été effectuée. Les odonates étant sensibles à la luminosité dans les mares, cette différenciation semblait pertinente pour discerner les sites par leur ombrage et distinguer des variations dans le cortège présent. Une mare a été considérée comme « ouverte » à partir du moment où moins de 25 % de sa surface était ombragée. A l'inverse, à partir du moment où plus de 75% de la mare était ombragée, elle a été considérée comme « fermée ».
- La typologie « Boire » a été attribuée pour les pièces d'eau présentes sur l'île de Chalonnes.
- Pour qu'une mare soit considérée dans la typologie « boisement », il est nécessaire que dans un rayon de 10 mètre autour, l'occupation du sol soit forestière.
- La typolgie « Xénope » prend en compte la localité sur laquelle le Xénope lisse (*Xenopus laevis*) se reproduit sur la commune. Il paraissait intéressant de réaliser une veille sur ce milieu pour le taxon des Odonates.

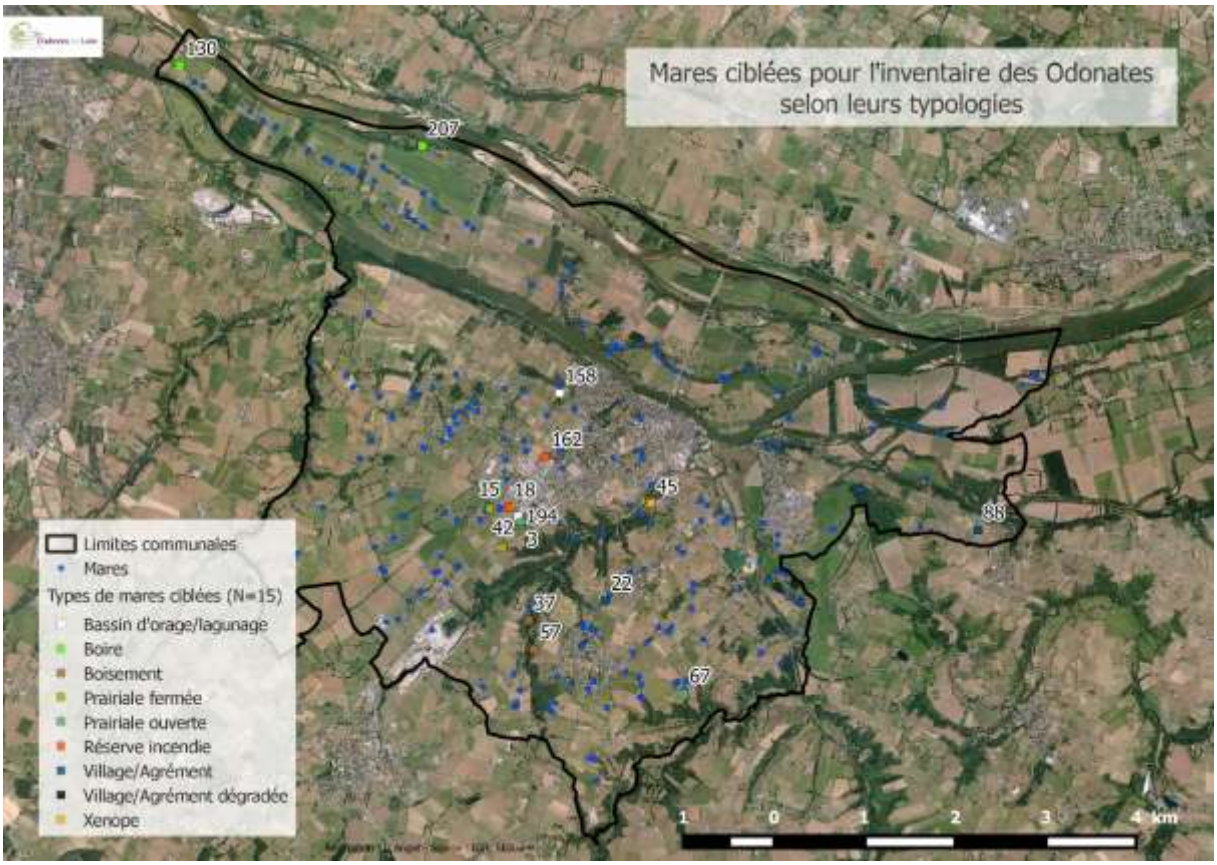


Figure 3. Localisation des mares ciblées

C. Echantillonnage :

Les déterminations des imagos ont été effectuées soit par capture à l'aide d'un filet, soit par identification aux jumelles. Les exuvies ont quant à elles été récoltées manuellement et stockées dans des pots hermétiques par tronçon sur les cours d'eau et par étendue d'eau pour les mares.

Inventaire des cours d'eau sous-prospectés :

Le Jeu et l'Armangé ont fait l'objet comme exposé précédemment d'un inventaire. Celui-ci consistait à parcourir l'ensemble du linéaire de ces cours d'eau durant la période la plus favorable à la plupart des espèces (mi-juin). Un seul passage a été effectué sur chacun des cours d'eau. Les espèces présentes ont été notées par indices d'abondances (Tableau 2). Le comportement des imagos observés a été noté de façon à mesurer le niveau d'autochtonie des espèces (Tableau 3 et Tableau 4). Les exuvies, collectées ont fait l'objet d'une détermination sous la loupe binoculaire. Cette récolte permet de prouver de la façon la plus certaine l'autochtonie des espèces, par contre, sans pression d'observation importante leur détection est délicate.

Le parcours le long du cours d'eau a été éffectué en marche ininterrompue sauf en cas de milieux favorables aux odonates (vasques ouvertes, radiers, …) où un arrêt de quelques minutes a été effectué.

Pour permettre d'apporter des éléments d'analyse, les cours d'eau ont été sectorisés par tronçon homogènes en fonction des critères énoncés dans le tableau ci-dessous. Le changement de tronçon s'est opéré en cas de variations significatives des critères d'appréciation.

Tableau 1. Caractérisation des tronçons

Paramètres mesurés	**Critères d'appréciation**
Ombrage	Fort
	Faible
	Moyen (Moy)
Faciès	Lentique
	Lothique
Substrat	Vase (V)
	Sable (S)
	Gravier (G)
	Cailloux (C)
Végétation aquatique (Hydrophytes/Hélophytes)	Oui
	Non

Tableau 2. Indices d'abondance mesurés

Valeur	**Signification**
i	1 individu
1	2 à 10 individus
2	11 à 50 individus
3	51 à 100 individus
4	> 100 individus

Tableau 3. Comportement des individus

Code	**Correspondance**
Ad	Adulte
Ch	Adulte en Chasse
Terr	Adulte territoriale
P	Ponte
Ex	Exuvie
Acc	accouplement

Niveau d'autochtonie	**Critères observables**
Autochtonie certaine	Exuvie(s) et/ou émergences
Autochtonie probable	Présence de néonate(s) **et/ou** présence de larves **et/ou**

	femelle en activité de ponte dans un habitat favorable
Autochtonie possible	Présence des deux sexes dans un habitat aquatique potentiel pour l'espèce **et** comportements territoriaux ou poursuite de femelles ou accouplement ou tandems
Aucune preuve évidente d'autochtonie	Un ou plusieurs adultes ou immatures dans un habitat favorable ou non à l'espèce : sans comportement d'activité de reproduction **ou** Femelle en activité de ponte dans un habitat non potentiel pour l'espèce **ou** Comportements territoriaux de mâles sans femelle observée

Tableau 4. Critères de détermination du niveau d'autochtonie d'après VANAPPELGHEM 2007

Inventaire ciblé de *C.mercuriale* :

Description de l'espèce :

Petit Agrion Bleu et Noir, l'Agrion de mercure appartient au genre des *Coenagrion*. Les mâles sont reconnaissables par le dessin dorsal noir en forme de « tête de taureau » sur le second segment de l'abdomen (Figure 4). Une autre particularité est le sixième segment de l'abdomen qui est moitié noir/moitié bleu. La détermination des femelles est plus délicate, l'examen du pronotum est alors nécessaire. Le stade larvaire dure 1 à 2 ans selon les régions (2 ans dans les régions froides).

Figure 4. Motif caractéristique du mâle sur le segment 2

Statuts :

Cette espèce figure dans la classe NT (quasi menacée) au niveau mondial et EN (en danger) sur la liste rouge européenne.

Statuts		
Européen	National	Maine et Loire (d'après l'inventaire cartographique des libellules du Maine et Loire)
Annexe II de la Directive Habitat/Faune/Flore	Espèce protégée (article 3)	Assez rare (connu sur 68 communes du département)

Habitat :

Figure 5. Mâle de C.mercuriale

L'espèce possède des exigences particulières pour son habitat. Elle vit sur les cours d'eau/fossés en eaux courantes ensoleillés, de bonne qualité et de débit modéré. Un habitat bocager semble idéal pour son développement. La végétation aquatique (callitriche, cresson, véronique, …) doit idéalement être présente toute l'année, avec un recouvrement entre 50 % et 90 % (DOMMANGET in BENSETTITI & al., 2002 ; GRAND & BOUDOT, 2006). Les dicotylédones à tissus mous servent de support de ponte aux adultes (THOMPSON, ROUQUETTE & PURSE, 2003) et leurs racines constituent le micro-habitat préférentiel des larves (ROUQUETTE, 2005).

La végétation rivulaire ne doit pas être trop haute ni trop dense (THOMPSON & al., 2003). En effet, la fermeture du milieu peut être un facteur de diminution des effectifs d'une population (VANAPPELGHEM & HUBERT, 2010). La maturation des individus s'effectue souvent dans les prairies, mégaphorbiaies, friches herbacées attenantes au cours d'eau (ONEMA, 2013).

Le tableau ci-dessous reprend les principales conditions favorables au développement de l'espèce d'après THOMPSON, ROUQUETTE & PURSE, 2003 ; DONGER & DELIRY, 2007

Tableau 5. Récapitulatif des conditions favorables à C.mercuriale

Variables	**Optimum pour l'espèce**
Ecoulement	- Ecoulement lent à moyen mais permanent, généralement proche des sources. - Largeur de l'écoulement faible (~2m maximum)
Qualité physico-chimique	Eaux dystrophique à mésotrophe (absence d'algues)
Végétation	- Végétation développée aux abords et dans le ruisseau, hauteur moyenne pour permettre un ensoleillement permanent du ruisseau. - Végétation permanente en hiver, - Végétation buissonnantes à proximité - Recouvrement moyen à important par les hydrophytes et les hélophytes notamment : *Apium nodiflorum, Nasturtium officinale, Veronica beccabunga, …*
Occupation du sol à proximité	Prairies hygrophiles à mésophiles
Métapopulation	Présence d'une autre population dans un rayon de moins de 2 km

Période l'activité :
L'imago est généralement observable de fin avril à août.

Repérage des sites :

Le prérepérage des sites s'est basée sur de l'analyse cartographique. Premièrement, la carte IGN 1/2500 a été analysée finement pour repérer l'ensemble des cours d'eau (permanents et temporaires). Ce repérage a été complété par l'analyse plus fine des ortho-photographies. De cette première numérisation, ont été soustraits les tronçons entièrement fermés par la végétation. Certains tronçons ont été identifiés aux cours des prospections de terrain et ne figuraient pas sur la carte IGN. Au final, 15 tronçons ont ainsi été retenus pour l'inventaire.

Figure 6. Exemple d'interprétation photographique - Tronçon ouvert prospecté (à gauche), tronçon fermé non prospecté (à droite)

Le parcours de chaque tronçon s'est effectué à vitesse lente et constante avec le filet au dessus de la végétation afin de faire décoller des individus enventuellements posés. Un passage sur chaque station a été effectué en juin. Deux répétitions ont été effectués sur les sites où l'espèce était présente, ce qui porte au nombre de trois les visites effectuées sur ces stations.

La description des stations a été effectuée systématiquement. En cas de présence de l'espèce, les individus ont été dénombrés et le sex-ratio mesuré. Le comportement des individus a aussi été noté.

Tableau 6. Caractérisation des stations

Paramètres mesurés	**Critères d'appréciation**
Exposition	Ombragé
	Mi-ombragé
	Ensoleillé
Ecoulement	Permanent
	Temporaire ?
	Temporaire
Débit	Nul
	Faible
	Moyen
	Soutenue
Turbidité	Oui
	Non
Hydrophytes	Absentes
	Peu à moyennement développées
	Développées
Hydrophytes	Absentes
	Peu à moyennement développées
	Développées
Environnement proche	Prairie
	Vigne
	Boisement
	Culture
	Urbanisation
Piétinement par le bétail	Oui
	Non
Profondeur	En cm
Largeur du lit	En cm

Pente	Nulle
	Moyenne

Les différents écoulements visités ont été considérés comme ombragés quand des ligneux étaient présents en ripisylve et les surfaces en ombre recouvraient plus de 75% du lit.

Le caractére « temporaire » ou « permanent » des écoulements, a été observé durant les prospections sur le terrain. Pour certains ruisseaux, le débit très faible a parfois interrogé sur le caractére permanent de l'écoulement. Dans ce cas, la dénomination « temporaire ? » a été utilisée.

La caractérisation du débit a été opéré empiriquement :

- Débit nul : aucune circulation de l'eau visible en surface
- Débit faible : faible filet d'eau circulant sur le linéaire
- Débit moyen : présence de quelques ondulations en surface
- Débit soutenu : observation de vagues et de remous (radiers)

Les écoulements ont été jugés « turbides » si le fond du lit mineur n'était pas visible à l'œil nu sur la majorité de la surface.

Pour l'apréciation de la pente, là aussi, la mesure est empirique : elle a été considérée comme faible si aucun dénivelé n'était visible ; moyenne si un dénivelé marqué était visible.

Concernant le recouvrement de la végétation, si 0 à 50 % de la surface totale était recouverte, le qualificatif « peu à moyennement développée » a été utilisé. Si au contraire, le recouvrement dépassé les 50%, le qualificatif « développée » était alors choisi. Une attention particulière a été portée vis-à-vis des plantes favorables à l'espèces notamment : *Apium nodiflorum, Nasturtium officinale et Veronica beccabunga.*

Le piétinement par le bétail et l'environnement à proximité des cours d'eau ont été pris en compte car ils peuvent jouer un rôle primordial dans la maturation et la dispersion des imagos.

Inventaire des mares :

Comme exposé précédemment, cet inventaire a pris en compte 15 mares regroupées en 7 typologies. Une fois ces mares choisies et localisées, plusieurs passages ont été effectués.
Trois passages ont été effectuées de façon à couvrir au mieux la période de vol des différentes espèces.

Pour l'inventaire des imagos, aucune quantification précise n'a été effectuée. Seuls des indices ont été donnés (Tableau 2).

Comme pour le Protocole STELI, le temps de prospection a été fixé à 30 minutes minimum par mare. Ce temps comprenait en général un premier tour de la mare pour observer les imago et un second pour récolter les exuvies.

Une description de chaque site d'échantillonnage a été effectuée. Les paramètres pris en comptes sont répertoriés ci-dessous :

Tableau 7. Paramètres descriptifs des mares – Adaptation de la fiche de description des sites du protocole STELI

Paramètres	**Valeurs**
Typologie	Prairiale « ouvertes »
	Prairiale « fermées »
	Boire
	Boisement
	Village/Agrément
	Réserve incendie
	Lagunage/Bassin d'orage
Eau	Eutrophisation (Algues et/ou lentilles)
	Turbidité
	Eutrophisation et Turbidité
	Absence d'Eutrophisation et de turbidité
Variation du niveau d'eau	Assèchement périodique
	Niveau d'eau variable au cours de l'année
	Niveau d'eau globalement constant au cours de l'année
Végétation aquatique domminante	Herbier submergé
	Végétation flottante
	Hélophytes
Rives	Rives nues
	Rives avec végétation herbacée
	Rives avec végétation ligneuse
	Rives avec végétation herbacée et ligneuse

Tableau 8. Périodes de relevés

	Mois	**Avril**		**Mai**				**Juin**				**Juillet**				
Secteur	Semaines	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
Inventaire des mares	Relevés imagos et exuvies				X			X					X			
Inventaire des Cours d'eau	Relevés imagos										X					
Prospections *C.mercuriale*	Comptage des imagos						X	X			X					

D. Conditions météorologiques :

Les relevés concernant les imagos ont du être réalisés dans des conditions particulières pour standardiser les covariables et obtenir des données comparables entres les différents sites. Les conditions météorologiques sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9. Paramètres météorologiques favorables à la réalisation des inventaires (d'après de protocole STELI)

		Températures			
		< 17°C	17°C – 25°C	> 25°C	> 30°C
Nébulosité	< 75%	Non	Oui	Oui	Oui
	> 75%	Oui	Oui	Oui	Oui
Pluie		Non	Non	Non	Non
Force du vent	> 5 Beaufort	Non	Non	Non	Non
Heure		10-16h	10-16h	10-17h	9h-18h

Pour rappel, la force 5 sur l'échelle Beaufort correspond à une bonne brise entre 29 et 38 km/h (les petits arbres se balancent, les sommets des arbres s'agitent).

Les inventaires n'ont pas été effectués après les jours de fortes pluies ou de forts orages.

E. Explotation des données :

Parcours des cours d'eau :

Suite à la phase de terrain, la numérisation des tronçons a été effectuée et une analyse globale en a été tirée. Celle-ci prend en compte les espèces observées, leur degré d'autochtonie et les caractéristiques générales des cours d'eau. Ces prospections ne font pas l'objet d'analyses statistiques poussées.

Prospections ciblés pour rechercher C.mercuriale :

Après l'évaluation des caractéristiques des écoulements, l'état de conservation a été évalué à l'aide de la clé suivante :

Tableau 10. Clé de détermination de l'état de conservation de stations visitées – (D'après Dodelin, 2005)

Paramètres msurés	Ecoulement	Occupation de la parcelle	Débit	Hélophytes/Hydrophytes	Ensoleillement	Turbidité	Piétinement par le bétail	Etat de conservation
Critères	Permanent	Prairie	Faible /Moyen	Peu à moyennement développées/ développées	Ensoleillé	Non	Non	Favorable
							Oui	Légérement dégradé
						Oui	Non	Dégradé
							Oui	Dégradé
					mi-ombragé	Non	Non	Légérement dégradé
							Oui	Dégradé
						Oui	Non	Dégradé
							Oui	Fortement dégradé
					Ombragé			Fortement dégradé
				Absentes				Dégradé
			Nul					Dégradé
			Fort					Non favorable
		Vigne/Urbanisation/Peupleraie						Fortement dégradé
	Temporaire							Non favorable

Pour les écoulements dont le caractère permanent posait question (« Temporaire ? »), la clé ci-dessus a été utilisée comme pour un écoulement permanent mais le statut de conservation descendu d'une classe à la fin.

Les stations sur lesquelles l'espèce a été observée ont fait l'état d'une description plus fine (caractéristiques, évolution du nombre d'imagos).

Une analyse du potentiel « fonctionnement en métapopulation entre les stations » a été effectué, celui-ci se base sur des recherches biliographiques.

La mise en place d'actions de restauration dans les prochaines années justifie le dernier paragraphe sur les préconisations de gestion à mettre en œuvre en cas de travaux.

Inventaires des mares :

Selon la typologie retenue, les résultats tiennent compte de la richesse spécifique et de son évolution. Il s'agit de la première donnée généralement obtenue et analysable sur un site. Elle prend en compte le nombre total d'espèces observées.

Les résultats mettent en évidence l'évolution du nombre d'espèces selon les relevés et le type de mares. L'observation du comportement des imagos durant les prospections a permis d'analyser les niveaux d'autochtonie des espèces.

Les fréquences d'occurrence ont été mesurées pour chaque espèce tous sites confondus. On calcule cet indicateur en divisant le nombre de sites où elle a été inventoriée par le nombre total de sites suivis. Cette donnée a été complétée par une représentation graphique avec les indices d'abondances mesurés pour chaque espèce.

Enfin, une étude partielle du lien entre la richesse spécifique et les caractéristiques a été effectuée. Pour cela des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis ont été effectués.

II. Résultats

Dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise et de sa méthodologie, il a été décidé de faire correspondre différents niveaux d'inventaires : des inventaires ciblés, des inventaires standardisés et des données ponctuelles (Figure 7). Le traitement des données et la présentation des résultats ont donc été réalisés pour chaque protocole. Les différents résultats ont vocation à être mutualisés dans les cartographies de répartition des espèces. Ces cartes peuvent être biaisées.

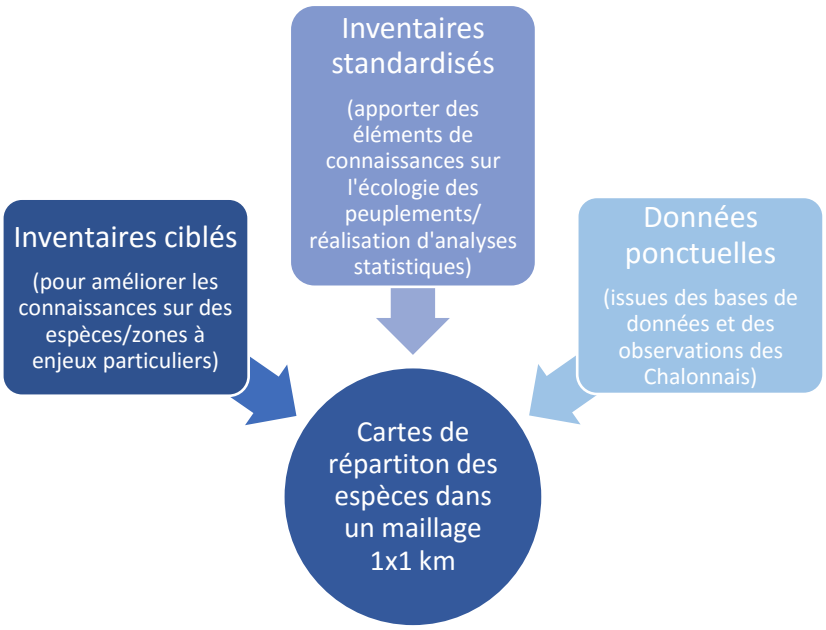


Figure 7. Articulation des inventaires dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise

A. Inventaire de *C.mercuriale*

Les différents passages ont été réalisés entre le 25 mai et le 26 juin 2015.. La date de début de prospection a été fixée une semaine après les premières observations de la saison dans le Maine et Loire.

Description des sites :

L'Agrion de mercure, *Coenagrion mercuriale* a été observé sur deux des 15 sites visités en 2015. Le premier était connu depuis 2013, le second n'était, par contre, pas connu dans les bases de données locales.

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques mesurées sur les différents écoulements.

id	Ecoulement	Environnement proche	Débit	Hydrophytes	Hélophytes	Exposition	Turbidité	Piétinement par le bétail	Pente	Profondeur (en cm)	Largeur du lit (en cm)	Etat de conservation
1	Temporaire ?	Culture	Nul	Absentes	Développées	Ensoleillé	Oui	Non	Nulle	10	50	Fortement dégradé
2	Permanent	Prairie	Nul	Absentes	Développées	Ensoleillé	Oui	Oui	Nulle	10	100	Dégradé
3	Temporaire	Culture	Nul	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Nulle	0	0	Non favorable
4	Temporaire	Urbanisation	Nul	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Nulle	10	50	Non favorable

5	Temporaire	Prairie	Nul	Absentes	Absentes	Ensoleillé	Non	Oui	Moyenne	0	0	Non favorable
6	Temporaire	Prairie-Vigne	Nul	Absentes	Absentes	Ensoleillé	Non	Oui	Moyenne	0	0	Non favorable
7	Temporaire ?	Prairie	Nul	Peu à moyennement développées	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Oui	Oui	Nulle	10	100	Fortement dégradé
8	Temooraire ?	Prairie	Nul	Absentes	Développées	Ensoleillé	Oui	Oui	Moyenne	5	500	Fortement dégradé
9	Temporaire	Prairie	Nul	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Moyenne	5	20	Non favorable
10	Temporaire ?	Vigne	Faible	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Moyenne	5	30	Fortement dégradé
11	Permanent	Prairie	Nul	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Nulle	5	20	Dégradé
12	Permanent	Prairie	Faible	Absentes	Développées	Mi-ombragé	Non	Non	Nulle	5	20	Légérement dégradé
13	Permanent	Peupleraie	Faible	Absentes	Peu à moyennement développées	Ombragé	Oui	Non	Nulle	20	200	Fortement dégradé
14	Permanent	Prairie	Faible	Peu à moyennement développées	Développées	Ensoleillé	Non	Oui	Moyenne	10	200	Légérement dégradé
15	Temporaire	Prairie	Nul	Absentes	Peu à moyennement développées	Ensoleillé	Non	Non	Nulle	0	0	Non favorable

Tableau 11. Synthèse des caractéristiques des cours d'eau visités et évaluation de l'état de conservation

Globalement, l'état de conservation des cours d'eau visités est très moyen pour permettre l'accueil de *Coenagrion mercuriale* : Aucun écoulement ne peut être considéré en « bon état de conservation ». L'espèce a cependant été observée dans deux cours d'eau, qui, d'après la « clé », peuvent être considérés comme « légèrement dégradés ».

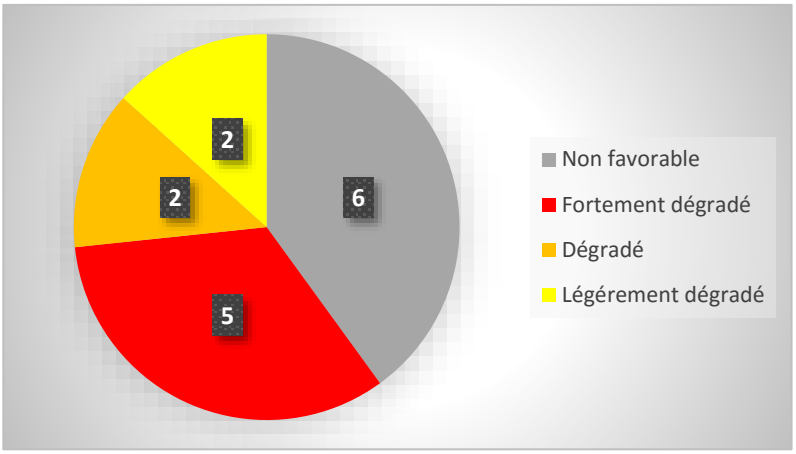


Figure 8. Etat de conservation des écoulements visités pour C.mercuriale – Nombre de cours d'eau par catégorie (N=15)

Sur les ruisseaux/écoulements visités, le problème majeur est le caractère d'écoulement permanent nécessaire au développement de l'espèce. En effet, la grande majorité des écoulements montre un caractère temporaire. De plus, si l'écoulement est permanent, le débit observé y est alors souvent nul et les hydrophytes/hélophytes absentes ou très peu développées. Le troisième problème récurrent est le piétinement des berges par le bétail. Il a pour effet de stopper l'écoulement de l'eau en faisant disparaître progressivement le lit du ruisseau au profit d'une « zone marécageuse ». Ce type de zone n'est pas favorable à l'espèce sur le long terme.

Pour les zones considérées comme fortement dégradées, le principal facteur limitant après le caractère temporaire des écoulements est l'occupation du sol à proximité direct. C'est le principal facteur identifié pouvant expliquer l'absence de l'espèce dans la partie aval du Saint-Denis (Peupleraie).

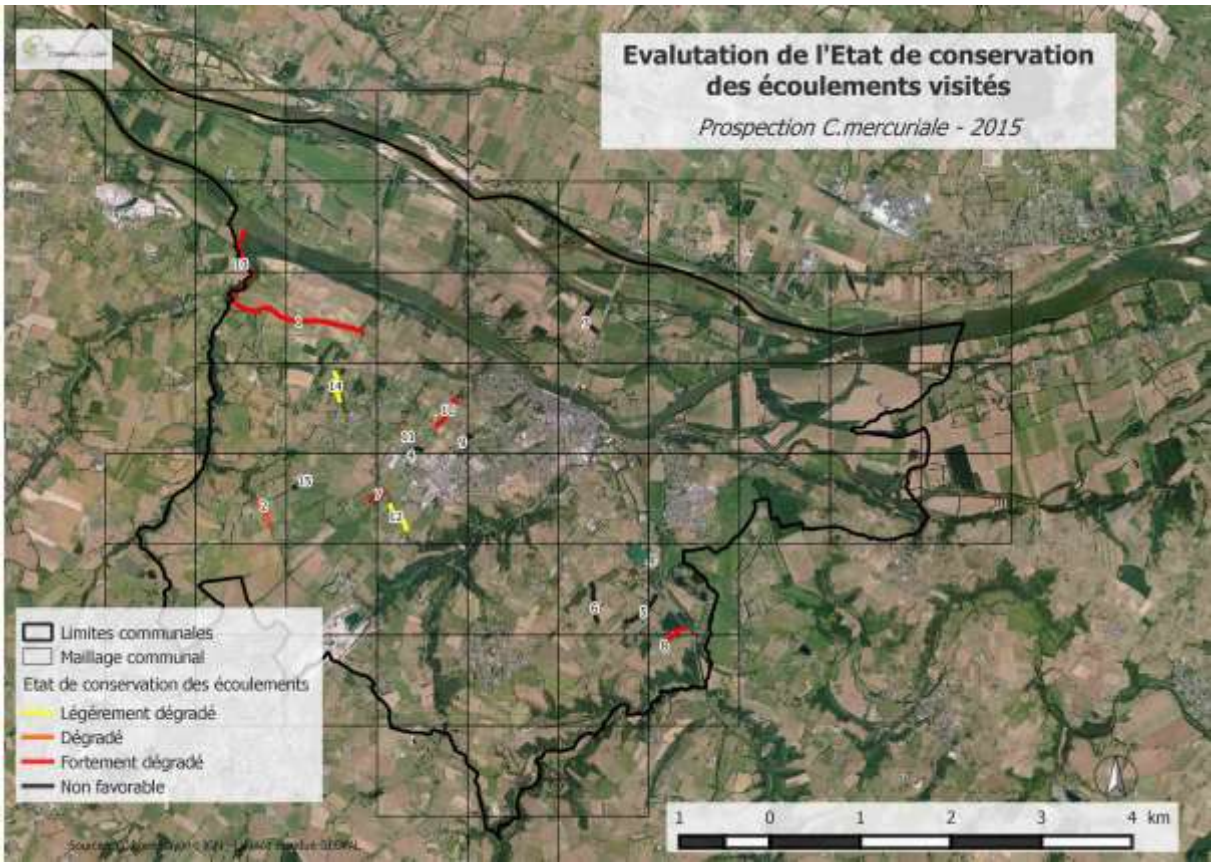


Figure 9. Localisation des écoulements et évaluation de leur état de conservation

Description des stations sur lesquelles l'espèce a été observée :

La station du Bignon (id_12) :

Figure 10. Ruisseau du Bignon - S.Guérif, 2014

Cette station, découverte en 2014 (S.GUERIF) a fait l'objet à l'automne 2014 de travaux menés la SIL (Spécialisation d'Initiative Locale) technicien du génie écologique, dispensée au Lycée du Fresne (Angers). Ces travaux ont consisté à réouvrir en partie le cours d'eau qui était alors en cours de fermeture par la jonchaie.

Dans son ensemble, le cours d'eau du Bignon est en majorité fermé par les ligneux ou complétement embroussaillé. Seule une quarantaine de mètres de linéaire est ensoleillée.

La station présente les caractéristiques suivantes :

- Ecoulement très faible
- Pente nulle
- Pas de turbidité
- Absence d'hydrophytes
- Hélophytes développées (*Juncus inflexus, Nasturtium officinale)*
- Occupation des parcelles attenantes : prairies fauchées (rive gauche) et pâturées (rive droite).
- Lit en partie colmaté, faible lame d'eau (<5cm)
- Absence de piétinement des berges

D'après les caractéristiques observées et les besoins écologiques de l'espèce, nous pouvons considérer l'habitat comme **légèrement dégradé.**

Sur cette station, les effectifs contactés durant les prospections sont répertoriés sur le graphique ci-dessous :

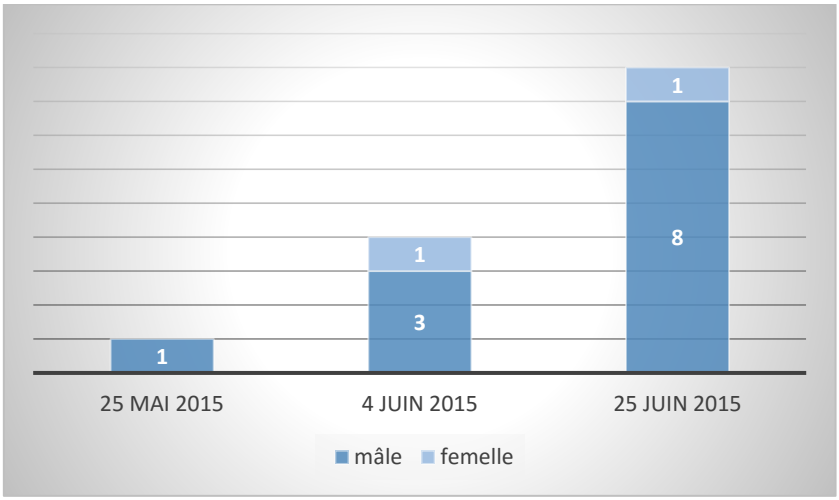


Figure 11. Evolution des effectifs sur la station du "Bignon"

Les effectifs sont relativement faibles. L'observation d'un individu émergent le 25/06 permet de prouver l'autochtonie de l'espèce sur le site (d'après VANAPPELGHEM, 2007). La population semble donc très fragile et paraît menacée à long terme par le colmatage du lit du ruisseau et l'embroussaillement/ fermeture de la zone.

La station des Pirouets (id_14) :

Cette station découverte en 2015 se situe à 1,6 km de la précédente. Elle est au cœur d'un vallon en fond de prairie. L'ensemble du cours d'eau n'est cependant pas occupé par l'espèce. En effet, les individus contactés se situent sur une trentaine de mettre de la partie amont. Le ruisseau est majoritairement ensoleillé même si un secteur est complétement embroussaillé.

Figure 12. Ecoulement des "Pirouets"

La station présente les caractéristiques suivantes :

- Ecoulement faible
- Absence de turbidité
- Pente moyenne
- Absence d'hydrophytes
- Hélophytes développées (*Apium nodiflorum, Veronica beccabunga, Juncus inflexus, Juncus effusus*)
- Occupation des parcelles attenantes : prairies pâturées
- Sur la zone où l'espèce a été observée : lit très large (>5m) mais faible lame d'eau (<10cm)

- Piétinement des berges par le bétail

D'après l'écologie de l'espèce et les caractéristiques observées, l'habitat peut être considéré comme **légèrement dégradé.**

Les effectifs contactés durant les différentes visites sont répertoriés sur le graphique ci-dessous.

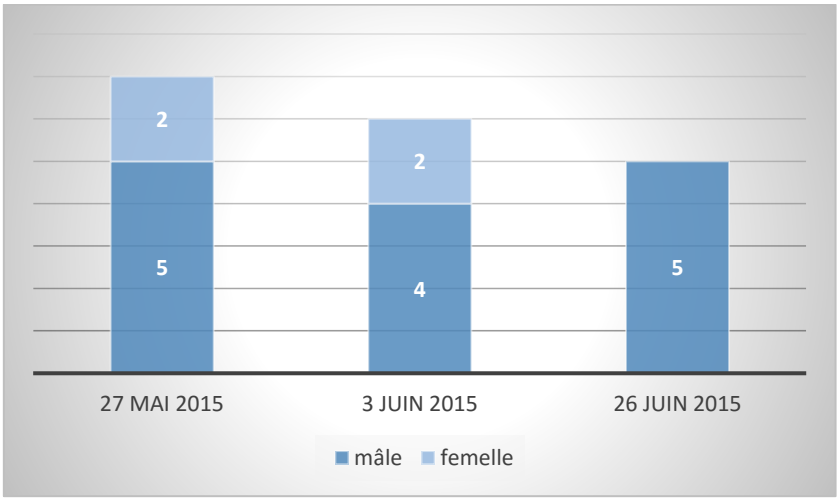


Figure 13. Evolution des effectifs sur la station des "Pirouets"

Les individus, bien que plus nombreux que sur la station du Bignon, traduisent une population relativement fragile. Elle semble menacée à moyen et long terme par l'asséchement et le colmatage du lit (piétinement du bétail). Aucun comportement particulier prouvant l'autochtonie n'a été observé.

Fonctionnement métapopulationnel :

La carte de la Figure 14 permet de localiser les stations, elles sont distantes entre elles de 1400m à 2500m. Le fonctionnement métapopulationnel chez l'Agrion de Mercure est très important, WATTS et al, 2006 ont ainsi montré en Angleterre qu'une population de *C.mercuriale* est formée d'un ensemble de sous-populations dont la structure spatiale dépend de la distribution des taches d'habitats favorables à l'échelle du paysage. Ils ont aussi mis en évidence que la dispersion de l'espèce ne se fait pas librement dès que les habitats sont séparés de plusieurs kilomètres. Il est donc primordial de maintenir une continuité surtout à une échelle locale pour éviter la fragmentation des populations.

Les imagos ne s'éloignent que très peu de leur site de reproduction, ils vont généralement à moins de 100m de leur site d'émergence (WATTS et al., 2006 ; HASSAL & THOMPSON, 2012). Il arrive cependant que certains parcourent plus d'un kilomètre.

On ne sait pas aujourd'hui s'il est nécessaire d'avoir un effectif minimum dans les populations pour permettre la pérennité de l'espèce. Les populations de petite taille semblent pourtant se maintenir sur de petites surfaces (HOUARD, 2008) à condition qu'il existe une connexion entre elles. Néanmoins, de faibles effectifs dans une population semblent augmenter fortement les déplacements d'individus (ROUQUETTE & TOMPSON, 2007). Une population isolée dans une matrice paysagère fragmentée et dégradée sera ainsi vulnérable car les individus migrants auront un fort taux de mortalité dû à l'absence d'habitats « relais » favorables (PURSE & al, 2003). Pour des populations isolées, l'effectif minimum vital est donc plus élevé. L'étude de KELLER et al. (2012) propose que la dispersion puisse être supposée pour des populations séparées de 1,5 à 2 km. Des déplacements plus longs mais aussi

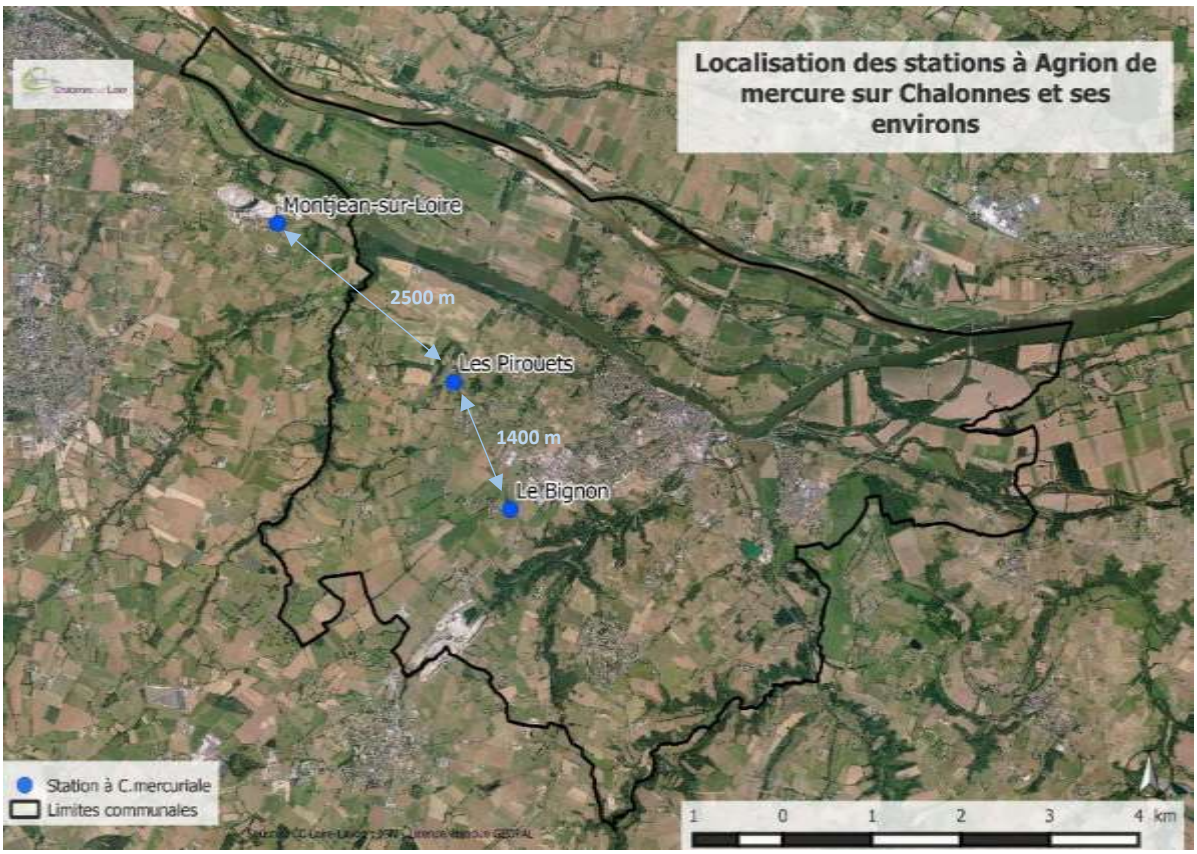


Figure 14. Localisation des stations à C.mercuriale

plus rares semblent être possibles jusqu'à 4,5 km. Il paraît néanmoins primordial que la distance entre les stations soit inférieure au kilomètre (si possible moins de 500m) pour qu'il existe des échanges (WATTS et al. 2006).

En prenant en compte ces données, on peut considérer que la distance entre les populations chalonnaises n'est pas optimale. Cependant, aucun obstacle paysager majeur n'existe entre les populations ce qui permet d'émettre l'hypothèse d'une connexion entre elles. La matrice paysagère de type bocagère y semble favorable.

Une autre population est connue sur la commune voisine de Montjean-sur-Loire. Celle-ci est de taille importante : plus de 200 individus dénombrés en 2015 par J.Tourneur. Il n'est pas impossible qu'elle soit la « population source » de celles présentes sur Chalonnes. La distance est cependant importante (plus de 3 kilomètres). L'échange, s'il existe, doit alors être très occasionnel.

Conclusion et préconisations de gestion :

Le potentiel d'accueil de l'espèce sur la commune est faible d'après les états de conservation mesurés. La pérennité des stations sur lesquelles l'espèce est présente semble aussi limitée dans le temps. Il paraît donc nécessaire de restaurer l'habitat à minima sur les deux stations sur lesquelles l'espèce a été observée en 2015.

Les deux principales menaces identifiées sur ces cours d'eau sont l'embroussaillement et le surpiétinement des berges par le bétail. Des mesures de gestion peuvent donc être mises en place en respectant cependant certaines précautions :

- En cas de travaux, il est préférable de privilégier des interventions manuelles pour perturber le moins possible les stations. Les principales opérations à mettre en place sont souvent l'abattage des ligneux, le débroussaillage, le dégagement de l'écoulement, la pose de clôtures, … (Cahier d'habitats Natura 2000, tome 7). Il est alors important de ne pas agir sur la totalité de la zone la même année et d'échelonner les travaux dans le temps pour ne pas prendre le risque de voir disparaître les populations.
- Pour les actions de curage, il est préconisé idéalement de curer par tronçons en alternant d'une berge à l'autre sur un programme pluriannuel. Sur les ruisseaux communaux, le curage semble la solution la plus adaptée dans le cas présent au vu du diamètre des cours d'eau. Il ne doit cependant pas modifier le profil initial de l'écoulement (il faut éviter la modification des berges et de l'ancien fond).
- La pose de clôtures paraît pertinente (au moins sur une partie de la zone) notamment en cas de forte pression de pâturage comme c'est le cas sur les deux stations de Chalonnes. La pression exercée par le bétail est souvent trop importante pour permettre le maintien de la physionomie de la zone dans le temps. La pose de clôtures rend par contre nécessaire le contrôle régulier de l'embroussaillement.
- Aucune période d'intervention ne paraît idéale pour l'espèce. En effet, quel que soit la période il y aura toujours un impact sur les œufs, les larves d'un/deux ans ou les imagos (d'où les préconisations de curage par tronçons et/ou par berges).

Suite à une première phase de travaux, il est préférable d'observer les réactions de la population avant de les poursuivre sur l'ensemble du site. Les effectifs mesurés étant relativement faibles. Toute erreur de gestion pourrait engendrer des conséquences néfastes pour la population. Quelles que soient les actions réalisées un suivi rigoureux dans le temps est donc à engager pour observer l'évolution des populations et des sites.

B. Prospection des cours d'eau de l'Armangé et du Jeu

Les prospections ont été réalisées entre le 22 et le 26 juin 2015 dans des conditions optimales (grand soleil, absence de vent).

L'Armangé

Caractéristiques :

L'Armangé (sur sa partie chalonnaise) est divisé en deux (Figure 15) : le cours d'eau de l'Armangé à proprement parler et le petit Armangé (affluent en rive droite). La réunion des deux s'effectue sous le village des Charrères. Ces deux cours d'eau forment un linéaire d'un peu plus de 7 kilomètres (5 kilomètres pour l'Armangé er 2 pour le petit Armangé).

Figure 15. L'Armangé

Le ruisseau se situe au centre de la commune et s'écoule au cœur d'un vallon boisé (ZNIEFF de type 2). Sur la partie amont de l'Armangé se trouve la carrière Courant, celle-ci n'a pas fait

l'objet de prospection au vue de la complexité des procédures administratives. L'occupation du sol sur le bassin versant est principalement agricole (prairies, vignes) mais l'urbanisation devient importante sur la partie aval. Le cours d'eau traverse en effet la zone commerciale de Chalonnes avant de se jeter dans le Layon. L'ancien lit mineur du cours d'eau traversait d'ailleurs auparavant cette zone avant son urbanisation. L'observation de la carte géologique permet de s'en rendre compte nettement. (Figure 17). Une deuxième tache urbanisée est présente à l'Est du bassin versant, il s'agit du village de la Bourgonnière.

Figure 17. Carte géologique et localisation du ruisseau de l'Armangé après déviation du lit mineur

Le parcours du cours d'eau a permis de définir 11 tronçons de longueurs très différentes. Ils mesurent en moyenne 658m (Annexe 1) *(écart type : 416).* Certaines informations ressortent de la caractérisation des tronçons. Une différence amont-aval s'effectue pour différents paramètres. Tout d'abord, il peut être noté une variation du débit (Annexe 3). Celui-ci est nul sur la partie aval et devient faible plus en amont hormis pour le Petit Armangé qui possède un débit nul sur sa partie amont (45,4% du linéaire possède un débit nul). Une différenciation apparaît aussi pour le substrat du lit mineur *(*Annexe 5): il est souvent vaseux sur sa partie aval et devient caillouteux et gravillonneux en amont. Des atterrissements de sables sont présents sur tout le linéaire. L'évolution du substrat va souvent de pair avec l'apparition de radiers sur les tronçons.

Figure 16. Tronçon caractéristique de l'Armangé : Zone ombragée avec substrat composé de Cailloux et de Graviers

L'Armangé est globalement très ombragé, la ripisylve y est souvent très dense (Annexe 2). En effet, la moitié des tronçons possède un ombrage fort (78,5% du linéaire). Les sections ouvertes à moyennement ouvertes sont présentes généralement sur un faible linéaire. On les retrouve sur la partie aval à la confluence avec le Layon et dans le secteur des Goulidons.

<u>Les espèces présentes</u> :

12 espèces sont présentes sur l'Armangé. On peut cependant noter des évolutions selon les secteurs amont-aval et les tronçons eux-mêmes (Annexe 4). Il y a en moyenne 2,8 espèces par tronçon.

Le tableau ci-dessous reprend la liste des espèces observées avec les différents niveaux d'autochtonie d'après VANAPPELGHEM, 2007.

Espèces	**Niveaux d'autochtonie**
Calopteryx splendens	Autochtonie certaine
Calopteryx virgo	Autochtonie certaine
Platycnemis pennipes	Autochtonie certaine
Cordulegaster boltonii	Autochtonie certaine
Gomphus pulchellus	Autochtonie possible

Orthetrum cancellatum	Autochtonie possible
Orthetrum albistylum	Autochtonie possible
Pyrrhosoma nymphula	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Libellula depressa	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Sympetrum meridionale	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Aeshna cyanea	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Aeshna affinis	Aucune preuve évidente d'autochtonie

Tableau 12. Liste d'espèces observées et niveau d'autochtonie – ruisseau de l'Armangé

L'autochtonie a été prouvée pour cinq espèces. La récolte d'exuvies est la meilleure méthode pour prouver l'autochtonie, cependant, elle peut devenir très chronophage. Le temps de prospection étant limité pour l'étude, les recherches d'exuvies ont été effectuées ponctuellement dans les zones paraissant les plus favorables.

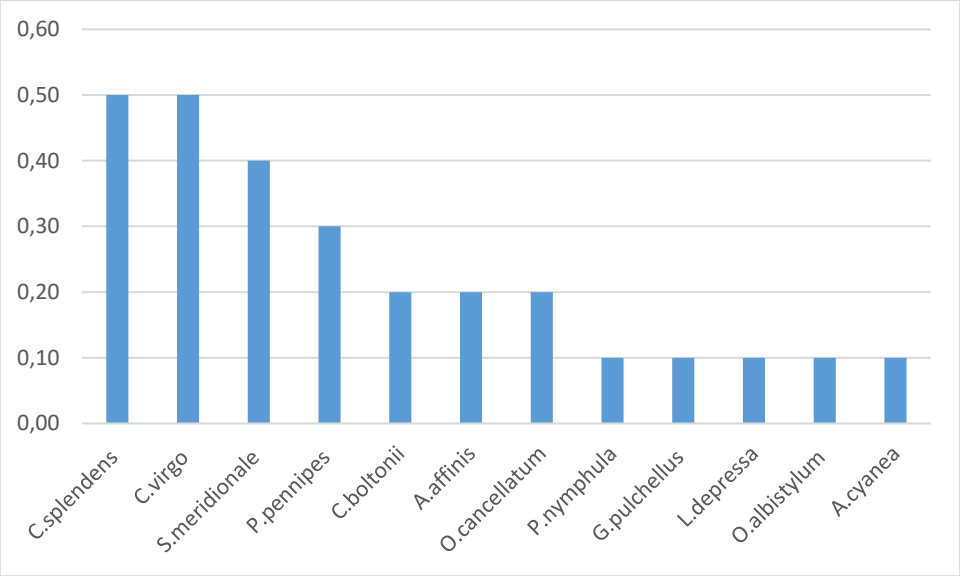


Figure 18. Fréquences spécifiques sur le cours d'eau de l'Armangé (occurrences par tronçon)

La mesure des occurrences par tronçon permet d'avoir une représentation du cortège d'Odonates sur l'Armangé. Certaines espèces sont beaucoup plus régulières, ainsi les deux espèces de Caloptéryx : *C.virgo* et *C.splendens* sont les espèces les plus représentées. Viennent ensuite *S.meridionale* et *P.pennipes.* Les autres espèces sont beaucoup moins régulières. Cependant les données sont à relativiser car certaines espèces sont moins détectables que d'autres (les Anisoptères notamment). C'est le cas par exemple du Cordulégastre

Figure 19. C.boltonii en action de ponte – Ruisseau de l'Armangé

annelé, *C.boltonii,* cette espèce est très faiblement détectable en dehors des mâles matures qui patrouillent sur leur territoire ou des femelles en action de ponte. Elle est malgré tout présente sur 20% des tronçons et les comportements observés permettent de prouver son autochtonie.

Pour représenter graphiquement l'évolution des indices d'abondance semi-quantitatifs mesurés en fonction des différentes espèces et de certaines caractéristiques des tronçons, il a été nécessaire d'affecter une valeur numérique à l'indice « i » (les valeurs des autres indices : 1,2 et 3 ont été conservées). Dans le cas présent la valeur 0,5 a été utilisée. La somme des indices a été comparée avec deux variables de description des tronçons : l'ombrage et le débit (Figure 20 et Figure 21). Ces graphiques ne sont pas exploitables statistiquement mais illustrent la répartition des espèces selon les variables « ombrage » et « débit ».

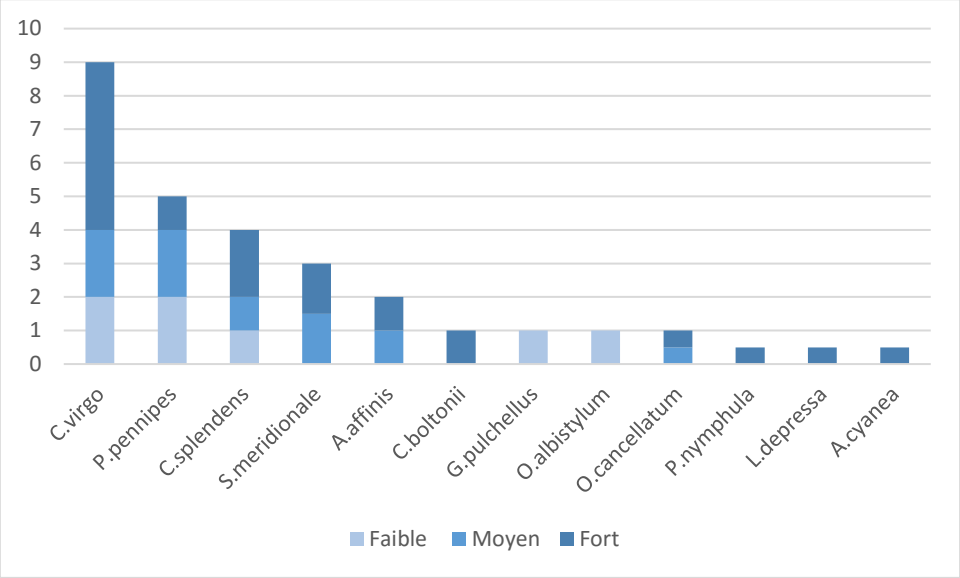


Figure 20. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et de l'ombrage – Cours d'eau de l'Armangé -

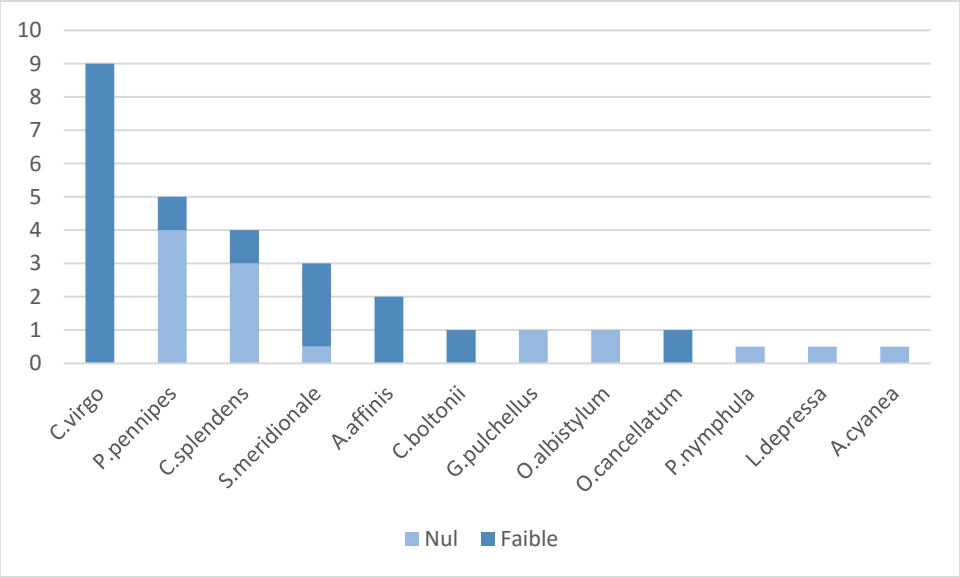


Figure 21. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et du débit de l'eau – Cours d'eau de l'Armangé -

Les figures ci-dessus permettent de se rendre compte de la répartition des caractéristiques d'ombrage en fonction des différentes espèces. Bien qu'aucune analyse statistique inférentielle ne puisse être utilisée, des informations peuvent être ressorties des figures.

Tout d'abord, l'espèce dominante sur l'Armangé en termes d'abondance est le Caloptéryx vierge (*C.Virgo*), il semble se repartir préférentiellement sur les tronçons ombragés. C'est en effet dans les puits de lumières de ces tronçons que les plus fortes densités peuvent être observées. La présence d'une eau courante semble importante pour l'espèce. C.virgo est en effet connu pour apprécier les tronçons oxygénés plus ou moins ombragés. Aucune observation n'a été réalisée sur les tronçons à débit nul. A l'inverse de Caloptéryx éclatant (*C.splendens*) est préférentiellement observé sur les tronçons à débit nul. Il y a alors souvent sur ces sections une lame d'eau plus importante. L'Agrion à large pattes (*P.pennipes*) est aussi trouvé préférentiellement sur les zones à débit nul.

Conformément à son écologie, le Cordulégastre annelé (*C.boltonii*) est observée sur les tronçons fortement ombragés avec une eau courante (débit faible). Les observations faites sur l'Armangé ont été effectuées dans les zones de radiers.

Certaines espèces ont été observées seulement sur la section la plus en aval à la jonction avec le Layon. C'est le cas par exemple de l'Orthétrum à stylets blanc (*O.albistylum*).

Figure 22. Section aval de l'Armangé au niveau de l'embouchure avec le Layon

Le Jeu

<u>Caractéristiques</u> :

Le Jeu parcours la commune du Nord au Sud, il forme la limite communale à l'Est du territoire. La rive gauche appartient à la commune de Chalonnes tandis que la droite appartient à celle de Chaudefonds-sur-Layon. Le jeu s'écoule sur 3,4 km du territoire chalonnais, c'est un affluent du Layon (pour étudier le cours d'eau certaines prospections ont du s'effectuer en rive droite sur la commune de Chaudefonds-sur-Layon).

Le jeu s'écoule dans le vallon du même nom. Il est très encaissé en fond de coteau sur sa partie amont, le dénivelé est beaucoup moins important sur la partie aval à partir de la D961 entre Chaudefonds et Chalonnes.

La partie aval du Jeu est inclue dans la ZNIEFF de type 1 de la basse vallée du Layon. Aucune zone urbanisée n'est présente à proximité du cours d'eau, seule quelques habitations individuelles (anciens moulins) se trouvent à proximité. L'occupation du sol est principalement naturelle (boisement), certains secteurs sont cependant exploités à des fins agricoles (pâturage bovin). Aucune pollution chimique n'est connue sur le cours d'eau, par contre, des pollutions organiques sont plus ou moins régulières. Des très fortes concentrations d'Escherichia coli ont été mesurées (Duthoit comm.pers). Ces pollutions pourraient provenir des élevages en amont (volaille, porcin).

La sectorisation s'est effectuée sur 18 tronçons (Annexe 6) les longueurs sont très variables (313m ; écart type=254). Les tronçons sont globalement de longueur plus faible que pour le ruisseau de l'Armangé. Le Jeu est donc plus hétérogène vis-à-vis des variables mesurées (ombrage, substrat, débit).

La caractérisation des sections a permis d'observer certaines variations des trois variables mesurées : l'ombrage, le débit et le substrat. Le ruisseau du Jeu présente des différences importantes entre l'amont et l'aval. Tout d'abord le débit est différent, il a été caractérisé comme nul sur la partie aval tandis que plus à l'amont il est en majorité faible (Annexe 8). Cependant, certaines sections sont notées avec un débit nul. Elles sont dues à la présence de seuils construits ou naturels qui freinent l'écoulement de l'eau et créent des zones d'eau stagnante. Le débit a été considéré comme nul ou extrêmement faible sur 63% du linéaire total.

Le substrat présente aussi des variations selon qu'il s'agit d'un tronçon amont ou aval (Annexe 10). En amont, les graviers, cailloux et atterrissements de sable forment le lit de majorité des sections (les quelques zones avec de la vase se situent au niveau des seuils). Sur la partie aval, on est en présence d'un faciès lentique qui favorise le dépôt de vase au fond du lit mineur.

Le Jeu, comme l'Armangé est un cours d'eau très ombragé (Annexe 7). La ripisylve n'y est plus entretenue (hormis sur une section). La partie aval est beaucoup plus ensoleillée que l'amont. Il est à noter cependant la présence de peupliers cultivars juste avant la confluence avec le Layon. 58% du linéaire possède un ombrage fort.

Les espèces présentes :

16 espèces ont été observées sur le ruisseau du Jeu (17 espèces si l'on prend en les données ponctuelles de *Boyeria irene*). Comme pour l'Armangé, certaines différences amont-aval peuvent être observées. Le nombre moyen d'espèces est plus élevé que sur l'Armangé (3,6 espèces par tronçon) mais l'écart-type est aussi beaucoup plus élevé (10 espèces ont été dénombrées sur la section aval).

Le tableau ci-dessous reprend la liste des espèces observées avec les différents niveaux d'autochtonie d'après VANAPPELGHEM, 2007.

Espèces	**Niveaux d'autochtonie**
Calopteryx virgo	Autochtonie certaine
Platycnemis pennipes	Autochtonie probable
Platycnemis acutipennis	Autochtonie probable
Orthetrum cancellatum	Autochtonie probable
Aeshnidae sp	Autochtonie probable
Erythromma lindenii	Autochtonie probable
Calopteryx splendens	Autochtonie possible
Cordulegaster boltonii	Autochtonie possible
Anax imperator	Autochtonie possible
Ischnura elegans	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Gomphus pulchellus	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Aeshna affinis	Aucune preuve évidente d'autochtonie

Somatochlora metallica	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Libellula fulva	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Sympetrum meridionale	Aucune preuve évidente d'autochtonie
Sympetrum sanguineum	Aucune preuve évidente d'autochtonie

Tableau 13. Liste d'espèces observées et niveau d'autochtonie - ruisseau du Jeu

D'après Vanappelghem, l'autochtonie a été prouvée pour une seule espèce : la Caloptéryx vierge (Calopteryx virgo). Par contre si l'on prend en compte les espèces qui se reproduisent sur le site (Autochtonie certaine + probable), 5 espèces peuvent alors être ajoutées. Même si ces espèces n'ont pas été observées avec des comportements particuliers, il est fortement probable d'après leur écologie qu'elles se reproduisent sur le ruisseau du Jeu. Il en est de même pour les trois espèces classées dans la catégorie « Autochtonie possible ». Le nombre d'espèce par tronçon a été cartographié en Annexe 9

Boyeria irene, le spectre paisible n'a pas été observé durant les prospections pourtant l'espèce semble autochtone sur le Jeu (en amont de la portion chalonnaise). Des exuvies de l'espèce ont été récoltées les années précédentes (*Damien Brochard, Samuel Angebault Comm.pers*). Il est possible que « l'Aeshne sp. » observée soit un Spectre paisible la donnée mais n'a pu être confirmée en 2015.

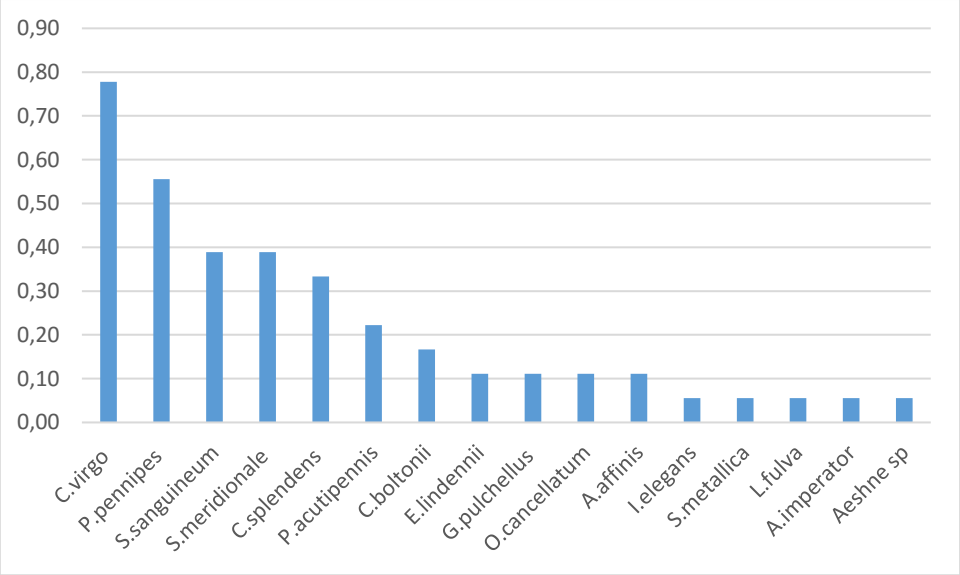


Figure 23. Fréquences spécifiques sur le cours d'eau de l'Armangé (occurrence par tronçon)

La mesure des occurrences par tronçon permet d'avoir une représentation du cortège d'Odonates présent sur le ruisseau du Jeu. L'espèce la plus régulière est le Caloptéryx vierge *(C.virgo*), les caractéristiques du cours d'eau correspondent tout à fait à ses exigences (cours d'eau ombragé avec des puits de lumière et un débit faible). Il est par contre absent sur la partie aval du cours d'eau (section 1 à 4). A l'inverse le Caloptéryx éclatant (*C.splendens*) est seulement présent sur les sections aval. Il est beaucoup moins régulier que sur le ruisseau l'Armangé. Le Pennipatte bleuâtre (P.pennipes), espèce ubiquiste, est régulier sur tout le linéaire du cours d'eau. Viennent ensuite par ordre d'occurrence les Sympétrum sanguin et strié *(S.sanguineum et S.striolatum*). Ces deux espèces sont régulières en maturation le long de la ripisylve, cependant aucun indice d'autochtonie n'a été trouvé. Le Pennipatte orangé (*P.acutipennis*) est seulement présent sur les sections aval. Il recherche en effet les sections

ensoleillées avec de la végétation aquatique pour se reproduire. Les Secteurs ombragés à débit faible présents sur la majorité des sections amont sont très favorable pour le Cordulégastre annelé (*C.boltonii*), l'espèce n'a été observée sur trois sections. Ceci peut s'expliquer par la relative discrétion de l'imago en dehors des patrouilles des mâles sur leur territoire.

Le faciès lentique ensoleillé avec par endroit des herbiers de Nénuphars (*Nymphea* spp.) présent en aval est responsable de l'observation des espèces à faible fréquence d'occurrence. Ces espèces plus ou moins ubiquistes sont favorisées par les conditions du milieu. On retrouve : La Naïade aux yeux bleus (*E.lindenii*), le Gomphe gentil (*G.pulchellus*), L'Orthétrum réticulé (*O.cancellatum*), L'Aeshne affine (*A.affinis*), L'Agrion élégant (*I.elegans*), la Libellule fauve (*L.fulva*) et l'Anax empereur (*A.imperator*), La Cordulie métallique (*Somathochlora Metallica*).

Pour représenter graphiquement l'évolution des indices d'abondance semi-quantitatifs selon les différentes espèces et certaines caractéristiques des tronçons, il a été nécessaire comme pour les résultats sur l'Armangé d'affecter une valeur numérique à l'indice « i ». La somme des indices a été comparée avec deux variables de description des tronçons : l'ombrage et le débit (Figure 24. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et de l'ombrage – Cours d'eau du Jeu –Figure 24 et Figure 25).

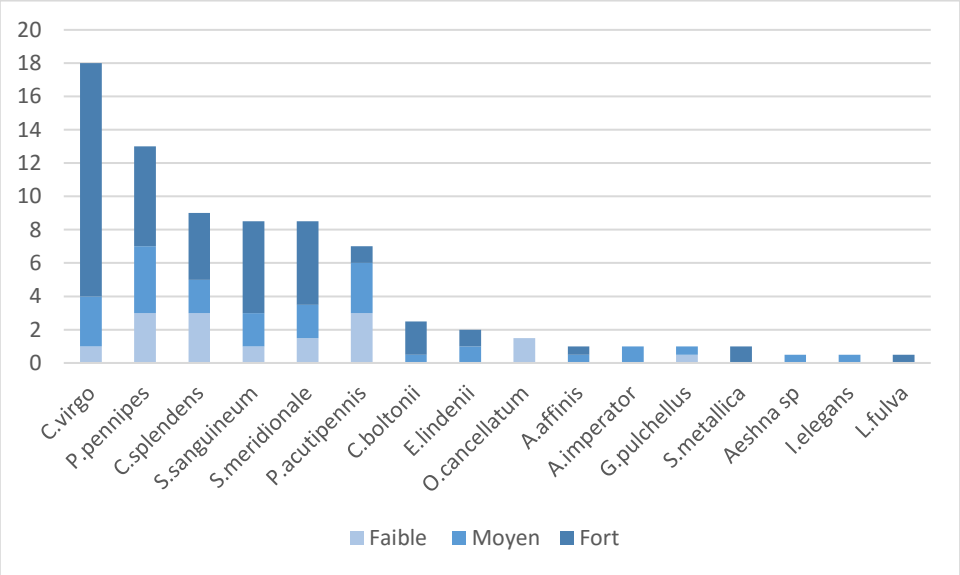


Figure 24. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et de l'ombrage – Cours d'eau du Jeu –

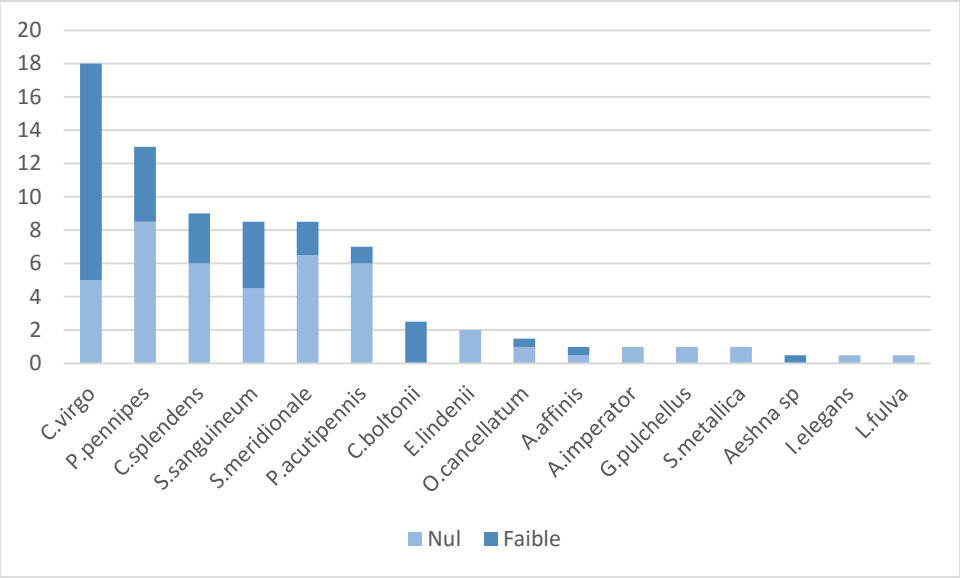


Figure 25. Somme des indices d'abondance de l'ensemble des tronçons en fonction des différentes espèces et du débit de l'eau – Cours d'eau du Jeu-

Les figures ci-dessus permettent d'observer la répartition des caractéristiques d'ombrage en fonction des différentes espèces. Pour rappel, ces graphiques sont illustratifs, aucune analyse statistique inférentielle ne peut être effectuée sur ces données.

Comme pour le ruisseau de l'Armangé, l'espèce dominante est le Caloptéryx vierge (*C.Virgo*), il semble se repartir préférentiellement sur les tronçons ombragés. Quelques observations ont été réalisées sur les tronçons à débit nul mais cette espèce fréquente préférentiellement les zones d'eau courante. A l'inverse de Caloptéryx éclatant (*C.splendens*) est préférentiellement observée sur les tronçons à débit nul. Il y a alors souvent sur ces sections une lame d'eau plus importante. Concernant l'Agrion à large pattes (*P.pennipes*) les mêmes remarques que pour l'Armangé peuvent être effectuées : on l'observe préférentiellement sur les zones à débit nul.

Conformément à son écologie, le Cordulégastre annelé (*C.boltonii*) est observée sur les tronçons fortement ombragés à débit faible (avec des zones importantes de radiers). L'ambiance générale du ruisseau sur sa partie amont semble idéale pour que l'espèce y effectue son cycle de vie.

Le second graphique (Figure 25) montre que les espèces caractéristiques de l'aval citées précédemment sont observées préférentiellement sur les tronçons au débit nul des sections. Pour la majorité d'entre elles les faibles effectifs (1-2 individus observés) ne permettent pas d'observer une tendance. Pour l'Agrion orangé (*P.acutipennis*) les résultats semblent par contre montrer une préférence pour le faciès lentique.

Discussion

Les prospections de cours d'eaux ont permis d'améliorer la répartition de certaines espèces tout en observant leur potentielle autochtonie sur les sites. Ces précisions ont permis d'apporter des connaissances supplémentaires sur deux ruisseaux peu prospectés de la commune comparé à certains à forts enjeux comme le Louet.

Le Jeu et l'Armangé ont une physionomie semblable sur leur partie amont. On retrouve alors le même cortège constitué de huit espèces : *C.virgo, C.splendens, P.pennipes, G.pulchellus, S.meridionale, C.boltonii, A.affinis, O.cancellatum*. Sur les deux cours d'eau prospectés, le Caloptéryx vierge (*C.virgo*) est l'espèce la plus représentée. Certaines espèces, plus rares ou occasionnelles, s'ajoutent ensuite. C'est sur la partie aval que ces espèces sont généralement observées. La physionomie des sections aval est fortement influencée par le Layon. Cette influence se fait plus ressentir sur le cours d'eau du Jeu (lit mineur plus large et plus profond).

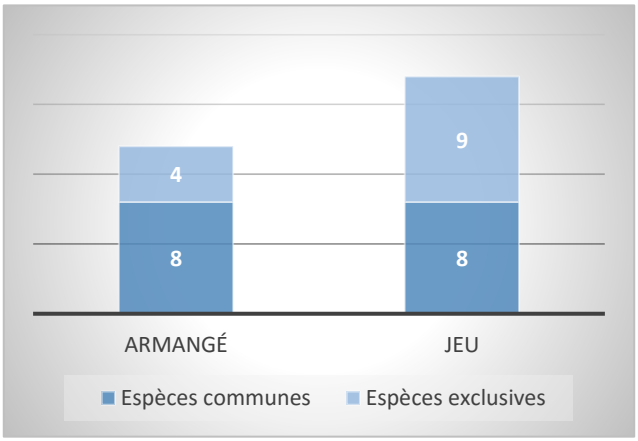


Figure 26. Bilan de la richesse spécifique sur les deux cours d'eaux visités

Pour le cours d'eau de l'Armangé, une section n'a pas pu faire l'objet d'une prospection : il s'agit de la carrière Courant. Les démarches pour l'obtention de l'autorisation n'ont pas été effectuées. Cette section ne fait donc pas l'objet d'une caractérisation.

La présence des Ragondins (*Myocastor coypus)* a été recensée sur les cours d'eau parcourus. En effet, sa présence peut avoir un impact sur certaines caractéristiques des tronçons (turbidité, sédiments). Il n'a pas été observé sur l'Armangé en dehors de la première section au niveau de la confluence avec le Layon. Par contre, sur le jeu l'espèce est beaucoup plus régulière. Elle semble bien installée sur la portion aval (de la confluence avec le Layon jusqu'au pont de la route de Chemillé : sections 1 à 5). Sur le reste du cours d'eau, le ragondin est très peu noté. Il a uniquement été observé sur la partie amont au niveau des plats lentiques situés en amont des seuils. La présence de la Jussie (*Ludwigia peploïdes*) est à noter sur la section 1 de l'Armangé (section la plus en aval).

Figure 27. Illustration des différentes traces de pollutions observées en 2015 sur le ruisseau de l'Armangé – Avec dans l'ordre : l'aspect laiteux de l'Armangé suite aux rejets de la carrière courant, l'aspect arc-en-ciel du Layon suite au rejet de fioul, une roue de vélo pour illustrer les détritus présents dans le cours d'eau.

Les traces de pollutions ont été relevées durant les prospections. Aucune pollution visible ne semble localisée sur le Jeu. Des pollutions organiques, plus difficilement décelables à l'œil nu semblent par contre exister. Sur l'Armangé, plusieurs incidents sont à recenser en 2015 : Tout d'abord, l'influence de la carrière courant semble favoriser occasionnellement les rejets de matières minérales en suspension donnant un aspect laiteux à l'eau. L'Armangé traverse avant de se jeter dans le Layon une zone commerciale. Un incident majeur est alors à noter en juin 2015. Il s'agit du rejet d'une grande quantité de fioul suite au remplissage d'une cuve par l'enseigne Intermarché. Ce rejet est à l'origine d'une forte pollution du la partie aval de l'Armangé mais aussi du plan d'eau du Layon. La présence de détritus dans le lit mineur des sections 3 et 4 est à déplorer (bois, plastiques, roues de vélos, …). Une attention particulière est à envisagée pour limiter et enrayer ces sources de pollutions.

Hormis ces quelques points négatifs, le Jeu et l'Armangé semblent relativement préservés (surtout en amont). Le substrat, l'alternance de mouilles et radiers et les nombreux méandres des ruisseaux témoignent de leur fonctionnement naturel. La ripisylve très dense sur la majorité du linéaire présente des traces anciennes d'exploitation qui illustrent d'un entretien par le passé sur certains secteurs. Ce dernier semble aujourd'hui révolu.

C. Inventaire des mares

Le troisième inventaire mené dans le cadre de l'étude des Odonates visait les mares. Ces milieux sont en effet souvent sous-prospectés au profit des cours d'eau et des étangs. Ce sont donc 15 mares qui ont fait l'objet de 3 passages pour les inventaires.

Initialement 14 mares étaient prévues mais il a semblé intéressant de prospecter la réserve incendie dans laquelle une population de Xénope lisse (*Xenopus laevis*) est installée. Ce qui porte à 15 le nombre de mares. Hormis cette dernière, les autres mares appartiennent à 7 types différents (deux mares par type). La Typologie mise en place se veut représentative du cortège de mares chalonnais.

Les journées de prospections de chaque session de relevés ont été effectuées durant la même semaine de façon à obtenir une photographie la plus précise possible du cortège d'Odonates à un instant t.

Relevé	Dates
1	11 mai 2015
2	3 et 4 juin 2015
3	8, 9 et 10 juillet 2015

Tableau 14. Dates de prospections

Les conditions météorologiques pour la réalisation des relevés étaient idéales pour chaque session : grand soleil, peu de vent, pas de pluie les jours précédents.

Richesses spécifiques

Sur l'ensemble des mares, ce sont 29 espèces qui ont pu être inventoriées, soit près des ¾ des espèces connues à ce jour sur Chalonnes. L'inventaire a permis de découvrir de nouvelles stations pour la majorité d'entre elles. Le nombre moyen d'espèce par mare est de 7,6 (écart type : 3,99). 14 espèces ont été recensées dans la mare présentant la plus grande richesse spécifique et 0 pour la plus faible.

Selon les typologies, on peut observer des variations de la richesse spécifique (Figure 28). Les lagunes/bassins d'orage sont les types de mares qui regroupent la richesse spécifique maximale (N=18). Viennent ensuite les mares prairiales ouvertes et celles de « Village/Agrément » avec respectivement 15 et 13 espèces. Les boires, les réserves incendies et les mares en contexte boisé ont une richesse spécifique oscillant entre 9 et 12 espèces. Les mares présentants le nombre d'espèce le plus faible sont les mares prairiales fermées et la mare dans laquelle une population de Xénope est installée (respectivement 3 et 2 espèces). Cependant, les différences de richesse spécifique ne sont pas significatives statistiquement (Kruskal-Wallis chi-squared = 10.4229, df = 7, p-value = 0.1658).

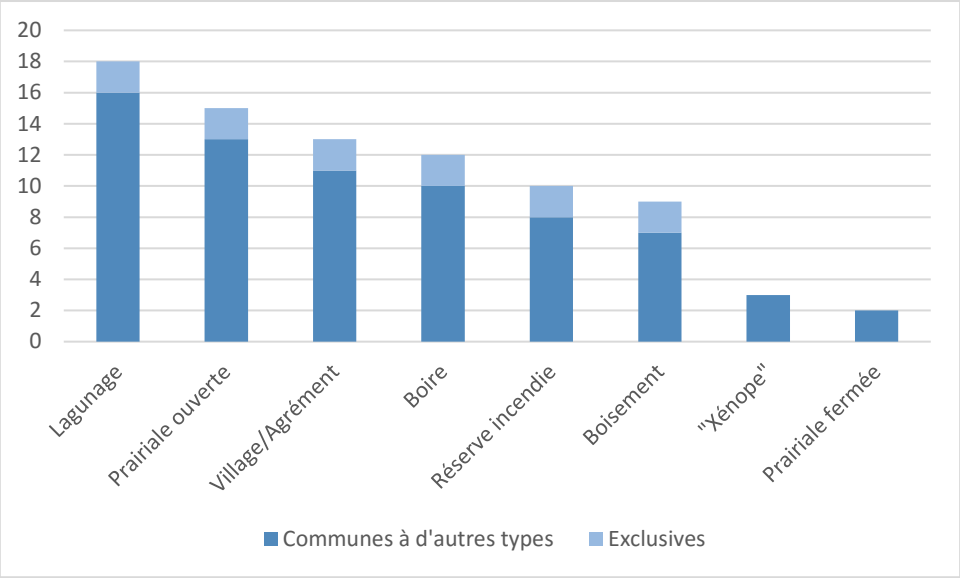


Figure 28. Variation de la richesse spécifique selon le type de mares

Il convient de relativiser le nombre d'espèces présentes dans les bassins d'orage/lagunage, en effet, un des deux sites retenu est un site récemment créé en perspective de la future extension d'une zone d'activité. Ce milieu est donc pionnier, on y retrouve donc le cortège typique de ce genre de milieu avec, entre autre, l'Orthetrum brun ; (*Orthetrum brunneum*) et l'Agrion nain (*Ischnura pumilio).* Ce milieu sera intéressant à suivre dans le temps. Le caractère pionnier de la zone pourra éventuellement être favorisé. Cette remarque n'enlève en rien l'intérêt de ce type de milieu, en effet, 14 espèces ont été observées sur le deuxième site de lagunage retenu pour l'échantillonnage.

Les résultats montrent aussi l'intérêt des mares de village si elles ne sont pas dégradées par un empoissonnement excessif où le rejet de polluants. Les deux mares échantillonnées sont relativement préservées et montrent le rôle que peut avoir une prise de conscience des propriétaires vis-à-vis de leur intérêt écologique.

La distinction dans la typologie entre les mares prairiales ouvertes et prairiales fermées permet d'observer une nette différence de composition spécifique comme le montre la figure ci-dessus. L'embroussaillement et l'ombrage semblent donc agir négativement sur le cortège d'odonates présent. Les deux mares fermées figurent dans un plan de gestion visant la restauration de certaines unités (dont celles échantillonnées). Il sera intéressant de suivre l'évolution de ces milieux après réalisation des travaux.

Au sein des mares prairiales, une différence importante apparait sur leurs caractéristiques : l'une d'entre elle est très envasée et devrait être restauré en 2016. L'inventaire constitue donc un état des lieux pré-travaux.

Les réserves incendies montrent une grande hétérogénéité dans leur composition, en effet, si sur l'une d'entre elle 9 espèces ont été observées, seules 3 l'ont été sur la seconde. La taille du bassin et/ou la présence de Potamots sur la première pourrait peut-être expliquer cette différence.

Au sein de la réserve incendie sur laquelle où le Xénope lisse (*Xenopus laevis*) est présent, aucune exuvie n'a pu être récoltée. Un effectif maximum de 2 individus a été dénombré, donc très faible mais ces résultats sont à considérer avec prudence et restent une observation empirique ne pouvant incriminer le Xénope. L'espèce a aussi colonisé une des deux mares boisée inventoriée (id_37), aucune

population ne semble installée mais à partir de l'état des lieux dressé en 2015, il est souhaitable de poursuivre le suivi de la mare.

Sur la Figure 28 sont visibles les espèces exclusives à chaque type de milieu. La quasi-totalité des zones possèdent des espèces exclusives que l'on ne retrouve pas ailleurs. Chaque milieu apparait donc comme complémentaire, cela montre que la composition spécifique observée sur le réseau de mares résulte en partie de la mosaïque de milieu répondant aux exigences des différentes espèces. Cependant, certaines espèces, présentées comme exclusives ne sont pas considérées comme autochtones sur les mares dans lesquelles elles ont été observées. C'est le cas par exemple des deux Caloptéryx qui étaient sans doute de passage ou en maturation. *Gomphus pulchellus*, noté comme exclusif sur les réserve incendie illustre un biais de prospection plutôt qu'une exclusivité. Il parait important de noter qu'au vue des dates de prospections, le genre Aeshna n'a pu être correctement inventorié. Les prospections se sont achevées au début des émergences *d'A.cyanea*. Aucun imago ni exuvie d'*A.mixta* n'a été observé. Cette dernière est pourtant sans soute bien présente dans plusieurs types de mares.

Le tableau ci-dessous reprend les espèces exclusives observées en fonction du type de zone.

Types de mares	**Espèces exclusives**
Boires	*Calopteryx splendens/Aeshna affinis*
Boisement	*Aeschna cyanea/Calopteryx virgo*
Prairiale ouverte	*Ceriagrion tenellum/Brachytron pratense*
Village/Agrément	*Sympecma fusca/Erythromma viridulum*
Lagunage/bassin d'orage	*Sympetrum fonscolombii/ O.brunneum*
Réserves incendie	*Enallagma cyathigerum/Gomphus pulchellus*

Tableau 15. Espèces "exclusives" par type de mares

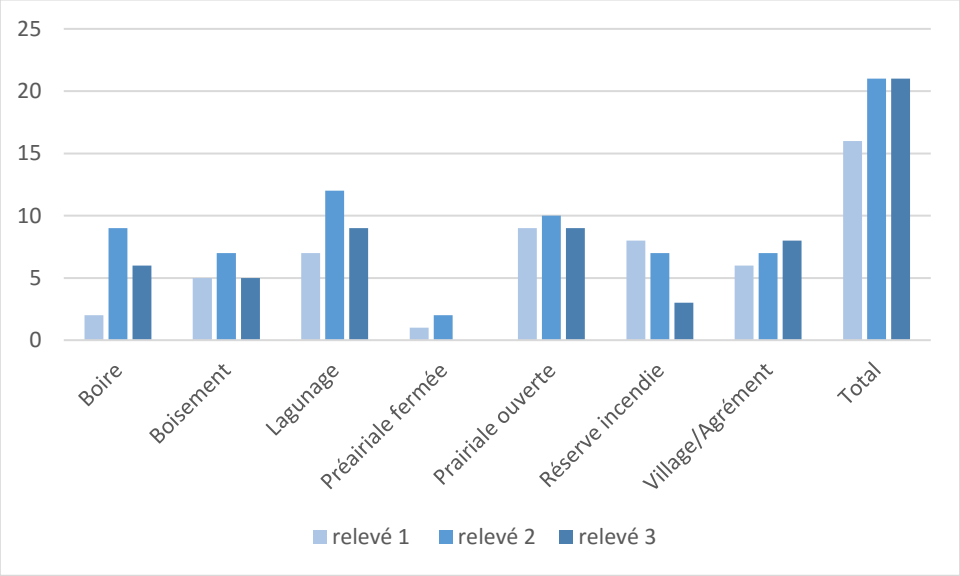


Figure 29. Evolution du nombre d'espèces détectées en fonction des relevés et du type de mare

La Figure 29 ci-dessus montre l'évolution du nombre d'espèce par type de mare en fonction des relevés. Il peut être remarqué que la richesse spécifique du premier relevé (début mai) est souvent bien inférieure aux deux autres. Si l'on regarde les typologies indépendamment les unes des autres on observe une richesse spécifique supérieur en juin (2e relevé). Par contre, si l'on prend le nombre total d'espèces contactées (colonne « Total »), la composition spécifique est semblable pour le nombre d'espèces entre les deux derniers relevés. A regarder plus en détail, il est justifié de réalisé à minima 3 passages sur les mares, chaque passage a permis de détecter de nouvelles espèces. Un quatrième passage aurait pu s'avérer pertinent pour le genre *Aeshna* mais ce dernier n'a pu être réalisé par manque de temps.

Autochtonie des espèces et statuts

D'après les comportements notés durant les prospections et VANAPPELGHEM, 2007 différents niveaux d'autochtonie ont pu être attribués. Le Tableau 16 reprend donc ces différents niveaux d'autochtonie et le statut angevin des différentes espèces.

L'autochtonie a pu être prouvée pour 17 espèces. Elle est également considérée comme probable pour 4 espèces et « possible » pour une espèce. Aucune preuve d'autochtonie n'a pu être trouvée pour les 7 espèces restantes. La récolte des exuvies pour les Anisoptères reste le meilleur moyen de prouver leur autochtonie. Pour les Zygoptères, l'observation des néonates [3]semble la méthode la plus efficace pour prouver l'autochtonie.

Aucune des espèces recensée ne fait l'objet de protection réglementaire. Cependant, si l'on s'appuie sur l'Atlas des libellules du Maine-et-Loire (2013), certaines espèces sont peu communes en Anjou. C'est le cas pour *Ceriagrion tenellum*, Ischnura pumilio, Sympetrum fonscolombii, *Brachytron pratense* et *Orthetrum* brunneum. Pour certaines d'entre elles, l'autochtonie a pu être prouvée sur le territoire communal.

Espèces	Niveau d'autochtonie	Statut actuel en Anjou
Enallagma cyathigerum	Autochtonie certaine	Très commun
Coenagrion scitulum	Autochtonie certaine	Assez peu commun
Coenagrion puella	Autochtonie certaine	Largement réparti et abondant
Ischnura pumilio	Autochtonie certaine	Peu commun
Ischnura elegans	Autochtonie certaine	Très commun
Sympetrum striolatum	Autochtonie certaine	Très commun
Sympetrum meridionale	Autochtonie certaine	Très commun
Sympetrum sanguineum	Autochtonie certaine	Très commun
Crocothemis erythraea	Autochtonie certaine	Commun
Libellula depressa	Autochtonie certaine	Très commun
Libellula quadrimaculata	Autochtonie certaine	Commun
Lestes barbarus	Autochtonie certaine	Commun
Orthetrum cancellatum	Autochtonie certaine	Très commun
Orthetrum brunneum	Autochtonie certaine	Peu commun

[3] *Imago fraîchement métamorphosé n'ayant pas encore acquis ses couleurs définitives*

Anax imperator	Autochtonie certaine	Très commun
Aeshna cyanea	Autochtonie certaine	Commun
Gomphus pulchellus	Autochtonie certaine	Très commun
Pyrrhosoma Nymphula	Autochtonie probable	Très commun
Erythromma lindenii	Autochtonie probable	Très commun
Erythromma viridulum	Autochtonie probable	Assez commun
Sympecma fusca	Autochtonie probable	Assez commun
Ceriagrion tenellum	Autochtonie possible	Peu commun
Calopteryx virgo	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Très commun
Calopteryx splendens	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Très commun
Platycnemis pennipes	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Très commun
Sympetrum fonscolombii	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Peu commun
Brachytron pratense	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Peu commun
Aeshna affinis	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Très commun
Cordulia aenea	Aucune preuve évidente d'autochtonie	Assez commun

Tableau 16.Niveau d'autochtonie et statut angevin des espèces fréquentant les mares, d'après VANAPPELGHEM, 2007 et l'Atlas des libellules du Maine-et-Loire réalisé par les Naturalistes Angevins.

Fréquences d'occurrence

A partir des occurrences spécifiques par type de mares, les fréquences d'occurrences pour chaque espèce ont pu être calculées. Un diagramme rang-fréquence a alors été tracé (Figure 30). Sur les 29 espèces identifiées au cours des prospections, certaines sont présentes dans un seul type de mare (cf Tableau 15). D'autres sont au contraire très abondantes. Ainsi, L'Agrion élégant (*Ischnura .elegans*), l'Agrion jouvencelle (*Conagrion puella*), L'Anax empereur (*Anax imperator*) et la Libellule déprimée (*Libellula depressa*) sont présents dans plus de la moitié des mares. D'autres espèces telles que la Libellule à quatre taches (*Libellula quadrimaculata*), La petite Nymphe au corps de feu (P*yrrhosoma nymphula*), L'Orthetrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*), la Libellule écarlate (*Crocothemis erythraea*), l'Agrion mignon (*Coenagrion scitulum*) et le Sympétrum strié (*Sympetrum striolatum*) se

sont montrées assez fréquentes sur les mares inventoriées. Ces dernières sont en effet présentes dans plus du tiers des mares inventoriées.

Durant les relevés, des indices d'abondance ont été pris en compte (Tableau 2), aucun calcul ne peut être réalisé sur ces indices. Par contre, la réprésentation graphique de la Figure 31 permet d'illustrer

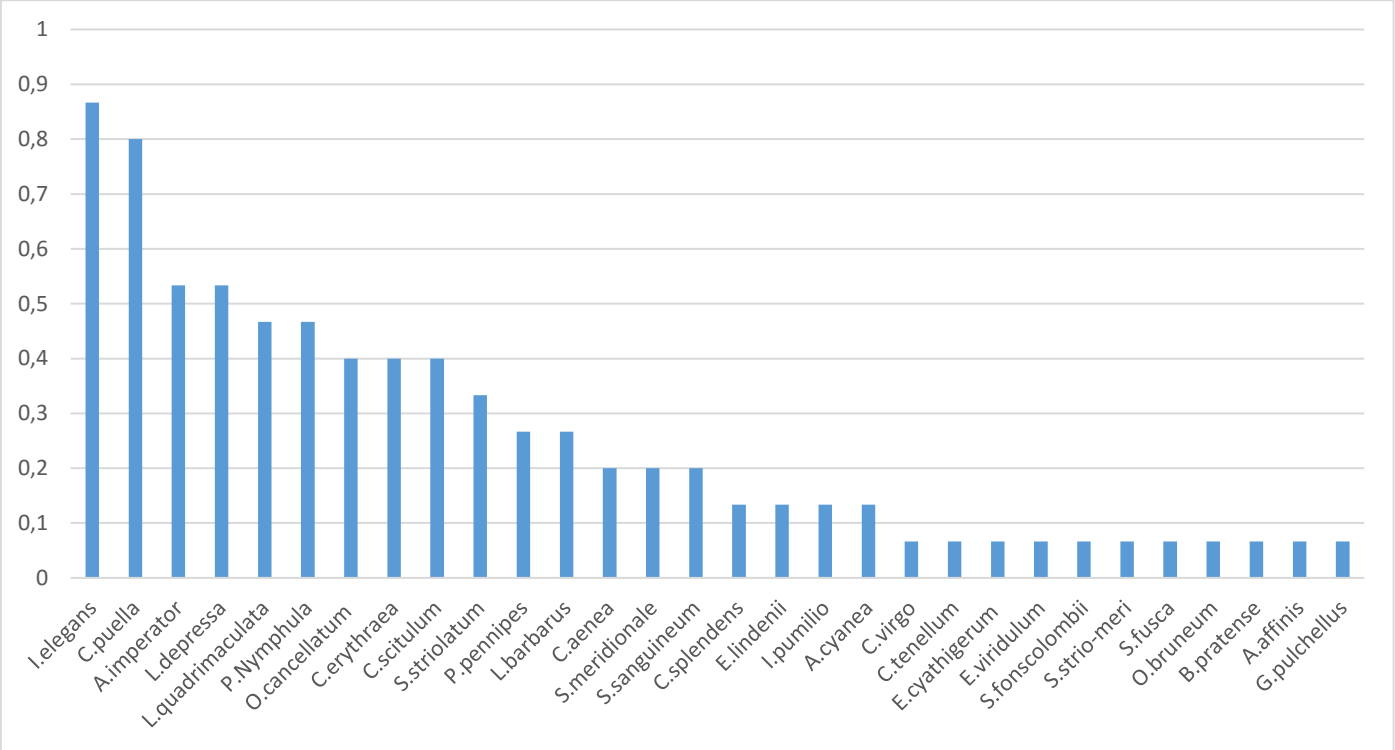


Figure 30. Diagramme rang -fréquence des espèces observées durant l'inventaire des mares

les abondances d'espèces selon le type de mares. Pour représenter cette figure, il a été nécessaire de transformer l'indice « i ». Arbitrairement, la valeur 0,5 a donc été choisie.

Par ordre d'abondance, les espèces ne sont pas classées dans le même ordre. Ainsi, L'Agrion mignon (*Coenagrion scitulum*), présent dans plus d'un tiers des mares, est très abondant dans les mares dans lesquelles il peut être observé. Les mares où il peut être noté sont ensoleillées et présentent des surfaces d'herbiers importantes. Ces données sont conformes à la bibliographie connue sur l'espèce (Grand et Boudot, 2006). La Naïde aux corps vert (*Erythromma viridulum*) a, quant à elle, été observée dans une seule mare, par contre, on voit bien sur la figure 31 que la population est importante (indice 3). Cette mare est presque entiérement recouverte de myriophylles, ce qui convient tout à fait à l'écologie de l'espèce (Grand et Boudot, 2006)

Les espèces observées dans un faible nombre de mares (faibles occurrences) sont généralement notées avec un indice d'abondance faible. Ces dernière sont soit non autochtones (cas des Caloptéryx), soit difficiles à détecter en dehors de la récolte d'exuvie (*B.pratense*).

En toute logique, sur le diagramme représentant les indices d'abondance ce sont des espèces de Zygoptères qui arrivent sur les premiers rangs. Ces derniers sont généralement plus nombreux et plus facilement détectables ce qui explique cette situation. En terme d'indice d'abondance, la première espèce d'Anisoptère est la Libellule écarlate (*C.erythraea*) qui arrive au rang 6.

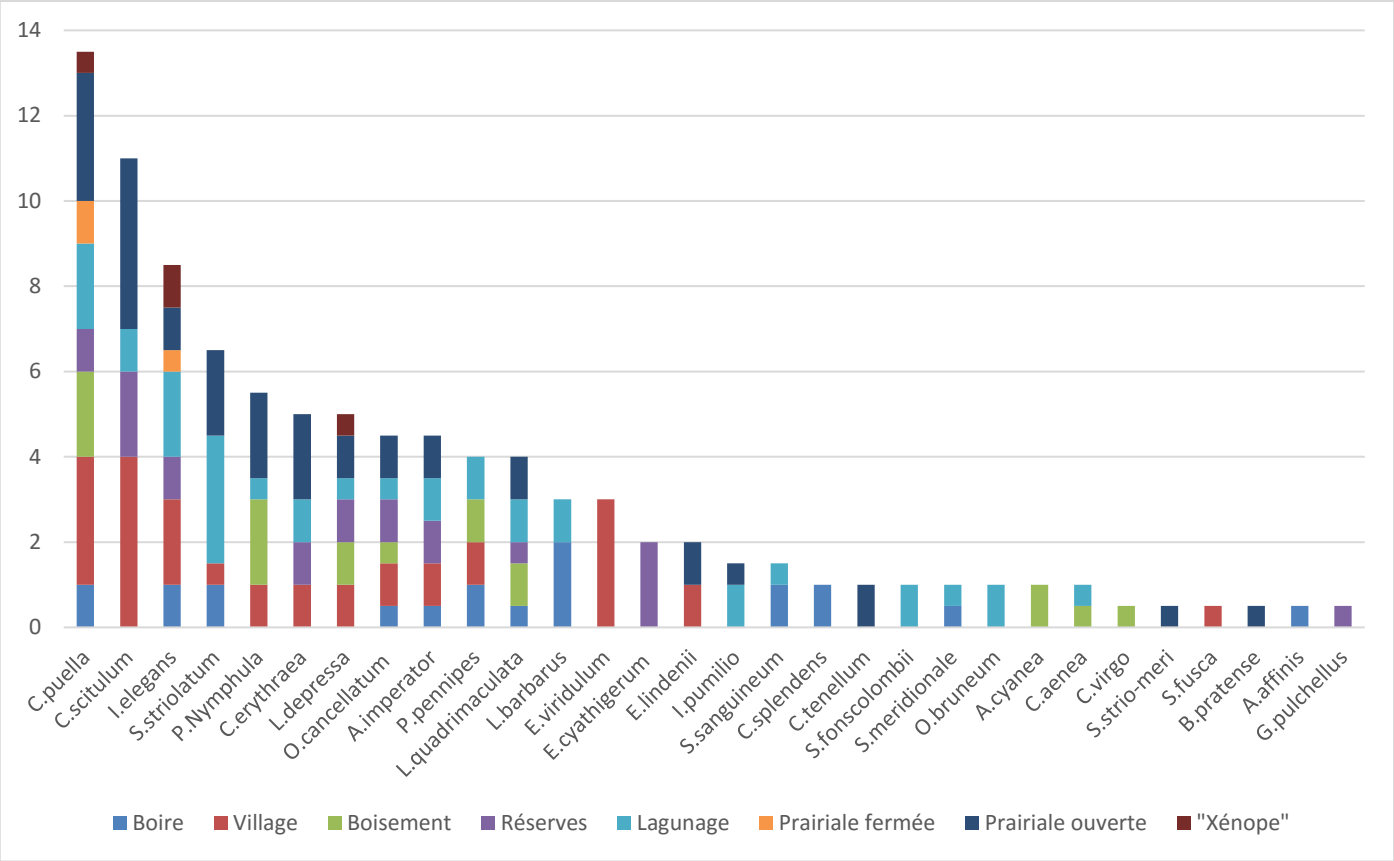


Figure 31. Répartition des abondances par espèces en fonction du type de mare (en prenant en compte l'indice d'abondance maximal mesuré pour les espèces sur les mares)

Caractérisation des mares et richesse spécifique

Les 15 mares inventoriées ont fait l'objet d'une description de certains paramètres comme exposé précédemment (Tableau 7). Plusieurs de ces variables ont été confrontées statistiquement à la richesse spécifique des mares.

Aucun lien statistique n'a pu être établi entre la végétation aquatique dominante et la richesse spécifique (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.8885, df = 3, p-value = 0.2738). Il en est de même pour la variable niveau d'eau (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.8885, df = 3, p-value = 0.2738). (cf. Figure 33)

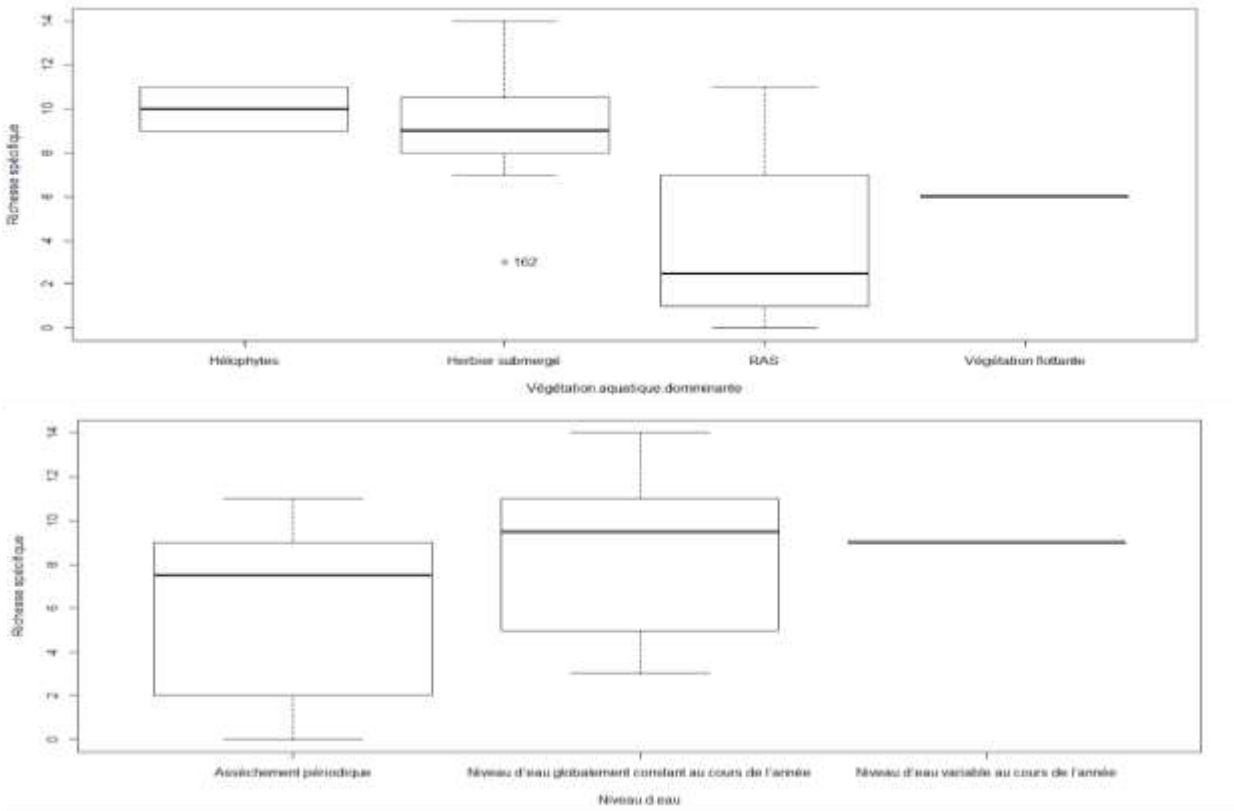


Figure 33. boxplots de la richesse spécifique en fonction des variables « niveau d'eau » (en bas) et « végétation aquatique dominante » (en haut)

Il semble par contre y avoir un lien entre la richesse spécifique et la variable « Berges ». Ce lien apparait significatif si l'on réalise un test non paramétrique de Krustall-Wallis (Kruskal-Wallis chi-squared = 8.1125, df = 3, p-value = 0.04374). Cela signifie qu'au moins une des médianes est significativement différente des autres. Le boxplot de la Figure 32 montre en effet que les mares avec des rives constituées de végétation herbacée avec ou sans ligneux ont une richesse spécifique nettement supérieure aux mares dont les berges sont soit nues, soit uniquement recouvertes une végétation ligneuse (fort ombrage). Les mares à « rives nues » correspondent aux réserves à incendie bâchées. Ces mares semblent donc moins favorables en termes de composition spécifique.

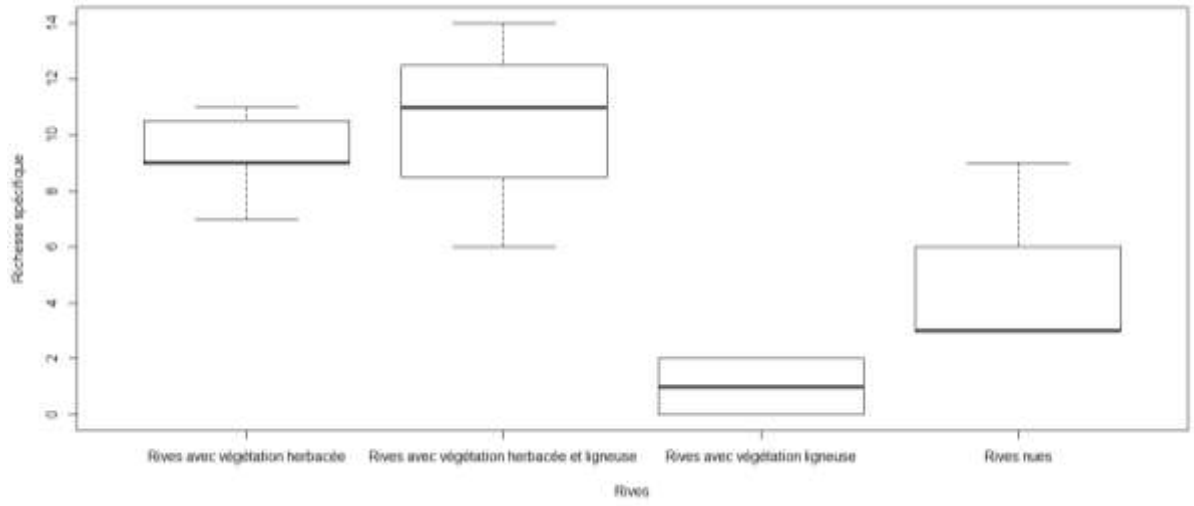


Figure 32. Boxplot de la richesse spécifique en fonction de la variable "rives"

Discussion et perspectives

Les mares chalonnaises présentes une richesse spécifique importante. Les 29 espèces inventoriées montrent des mares aux morphologies très différentes mais qui leurs confèrent des caractéristiques variées sans doute responsables de la composition spécifique observée.

Certaines mares présentent cependant une richesse spécifique nettement inférieure. C'est le cas par exemple des mares prairiales fermées. L'inventaire mené entre mai et juillet 2015 permet de constituer un état des lieux du peuplement odonatologique sur ces mares. Une restauration est en effet planifiée dans le cadre du plan de gestion des mares du bassin versant de l'Armangé (CRBV du Layon). Un suivi post-opération est à envisager sur les mares prévues dans les travaux.

L'inventaire des mares augmente de façon significative les connaissances sur la répartition des espèces. Cependant, l'effectif de mares inventoriées (N=15) est relativement faible. Les résultats ne sont donc pas parfaitement représentatifs du réseau de mares chalonnais (N>230). Ils sont donc à prendre avec prudence et dégagent plus des tendances que des résultats solides et avérés. Une étude plus détaillée sur un cortège plus conséquent de mares aurait sans doute permis de faire ressortir plus de résultats. Une méthode d'échantillonnage plus standardisée aurait aussi permis la récolte de données plus facilement analysables (données quantitavives).

D. Répartition

La collaboration entre la ville de Chalonnes, le CPIE Loire Anjou et la LPO Anjou a permis de synthétiser l'ensemble des données récoltées sur le territoire Chalonnais entre 2006 et 2015. Ce sont **1135 données qui ont pu être collectées** sur cette période de 10 ans.

L'Atlas de la biodiversité a débuté en 2015 mais l'implication antérieure des naturalistes a permis la collecte de ces nombreuses données.

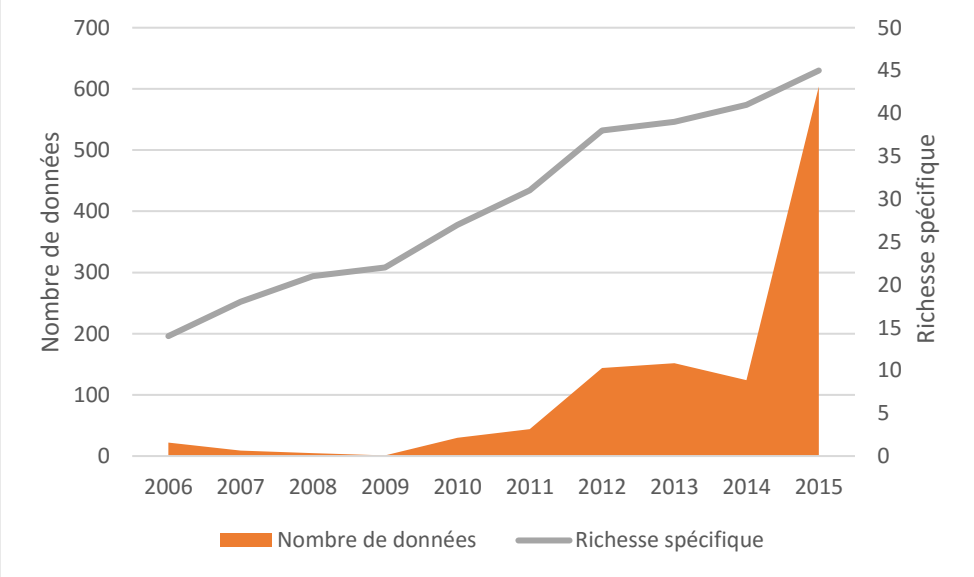


Figure 34. Evolution du nombre de données et de la richesse spécifique par année

En 2015, le lancement de l'inventaire des Odonates a permis la récolte de 604 données, soit plus de la moitié de celles qui étaient connues dans les bases de données locales. Les cortèges d'Odonates peuvent évoluer très rapidement dans certains milieux. L'importante pression d'observation exercée sur le groupe en 2015 a permis d'actualiser la liste des espèces présentes sur le territoire et la détection de quatre nouvelles espèces non signalées auparavant dans les bases de données locales : *B.pratense, E.viridulum, G.similimus, O.brunneum*. Signalons cependant qu'*E.viridulum* était connue sur le territoire d'après l'Atlas des Libellules du Maine et Loire (Naturaliste Angevins, 2013).

Le maillage de la commune (1x1 km, projection lambert93) a permis de mesurer la pression d'observation par maille (Figure 34). Une certaine hétérogénéité dans la localisation des données peut être notée malgré la couverture d'une grande partie du territoire.

Les zones les plus prospectées de la commune reflètent la fréquentation régulière par les naturalistes de secteurs très favorables au Odonates (cours d'eau, secteur denses en mares, ancienne carrières). Six mailles cumulent entre 38 et 155 données et sont très bien prospectées.

Il est important de noter que le secteur Sud-Ouest de la commune présente des milieux beaucoup moins favorables aux odonates (matrice paysagère agricole à dominance de cultures).

Les secteurs ligériens devraient sans doute faire l'objet d'inventaires complémentaires car sans doute sous-prospectées malgré leur homogénéité apparente.

Les mailles non prospectées se situent globalement en limites communales car plus difficiles à prospecter. Une maille centrale de la commune (secteur de la Grande Nevoire) fait l'objet d'aucun signalement de libellules par défaut de prospection. Ce propos peut être nuancé car sur ce secteur les hydrosytèmes sont très peu représentés et une mare de superficie importante a fait l'objet d'un comblement récent.

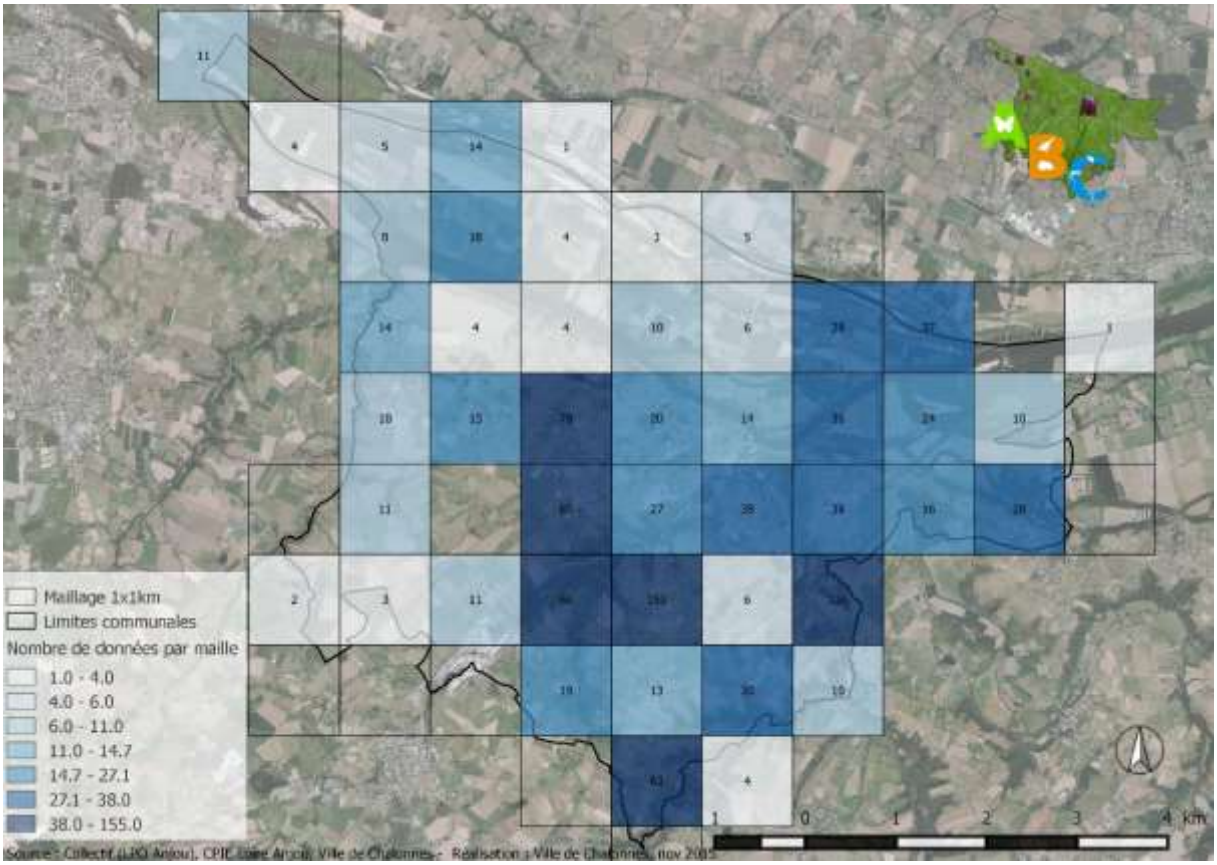


Figure 35. Nombre de données par maille (1x1 km, Lambert 93)

De la localisation des données découle celle des espèces. La richesse spécifique par maille coïncide généralement avec les mailles recueillant le plus de données et montre une certaine hétérogénéité de la connaissance sur le territoire (Figure 36). Au maximum, 26 espèces ont été observées sur une même maille. Le nombre moyen d'espèces par maille prospectée est de 10,5.

L'occurrence des espèces permet de préciser le statut de rareté à l'échelle communale. En revanche ces données ponctuelles ne mettent pas en évidence l'autochtonie des différentes espèces, elles ne sont donc représentatives que d'une partie des informations pouvant être recueillies sur le terrain.

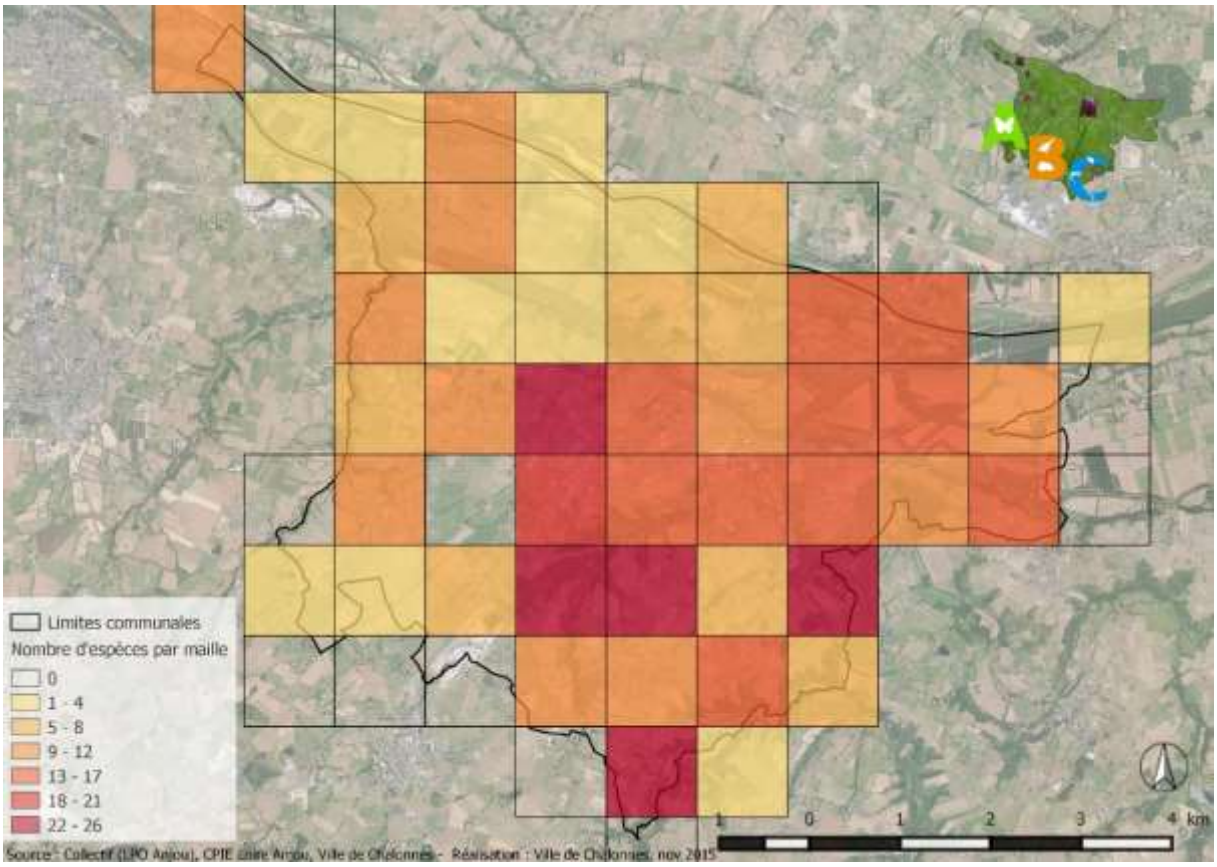


Figure 36. Nombre d'espèces observées par maille

E. Statut et autochtonie des espèces

Pour déterminer l'autochtonie des espèces une classification a été effectuée (précisée dans le Tableau 4 d'après VANAPPELGHEM, 2007).

Afin de prouver cette autochtonie, il a fallu regarder en détail des données issues des différentes bases, notamment les onglets remarques/commentaires mais aussi les résultats issus des protocoles décrits précédemment.

Dans l'objectif de déterminer le statut de rareté des espèces sur la commune, la méthodologie mise en place reprend celle utilisée dans l'Atlas commenté des libellules du Gers (CATIL J.-M. (coord.), 2015). Cette méthode est elle-même issue de l'inventaire des Bryophytes de Picardie (Hauguel et al., 2008) et reprise pour l'observatoire Midi-Pyrénées des papillons (CREN Midi-Pyrénées). Le calcul a été adapté dans le cas présent au maillage 1x1 km de la commune.

L'application de la méthodologie permet d'obtenir un coefficient de rareté (Rr) pour chaque espèce. Cette donnée complète celle de l'autochtonie locale des espèces.

Calcul du coefficient de rareté:

Taux d'occupation (T) : $\frac{Nombre\ de\ mailles\ (1x1km)\ occupées\ par\ une\ espèce}{Nombre\ total\ de\ mailles\ (1x1km) sur\ le\ territoire\ occupées\ par\ l'ensemble\ des\ espèces\ (N=46)}$

Coefficient de rareté (%) : $(1 - T) * 100$

12 mailles font l'objet d'aucun signalement d'odonates (mailles limitrophes notamment), ces dernières n'ont donc pas été comptabilisées comme mailles prospectées. Ce qui porte à 46 le nombre de mailles prospectées sur le territoire.

A partir des coefficients de rareté calculés, des seuils sont fixés pour permettre de définir le statut (Tableau 17). Le statut de chaque espèce permet, à l'échelle locale, de disposer d'une image représentative de la répartition des espèces. La mise en relation du statut local avec celui régional, national ou européen permet de préciser la responsabilité communale quant à la préservation des différentes espèces.

Statut	Coefficient (Rr)
Exceptionnel (E)	>99,5
Très rare (TR)	99,5>Rr>=98,5
Rare (R)	98,5>Rr>=96,5
Assez rare (AR)	96,5>Rr>=92,5
Peu commun (PC)	92,5>Rr>=84,5
Assez commun (AC)	84,5>Rr>=68,5
Commun (C)	68,5>Rr>=36,5
Très commun (TC)	36,5>Rr

Tableau 17. Echelle des statuts et coefficients correspondants

Les Statuts « Exceptionnel » et « Très rare » ne sont pas utilisés dans le cas présent car le nombre total de mailles sur la commune (58) est relativement faible par rapport à celui qui peut exister dans un département.

Le Tableau 18 ci-dessous reprend par espèce les différents niveaux d'autochtonie et le statut communal de rareté pour chaque espèce.

Espèces	**Niveau d'autochtonie**	**Statut communal**
Aeshna affinis	Autochtonie certaine	C
Aeshna cyanea	Autochtonie certaine	AC
Aeshna mixta	Autochtonie certaine	PC
Anax imperator	Autochtonie certaine	C
Boyeria irene	Aucune preuve évidente d'autochtonie	R
Brachytron pratense	Aucune preuve évidente d'autochtonie	R
Calopteryx splendens	Autochtonie certaine	CC
Calopteryx virgo	Autochtonie certaine	AC
Ceriagrion tenellum	Autochtonie possible	AR
Chalcolestes viridis	Autochtonie certaine	AC
Coenagrion mercuriale	Autochtonie certaine	AR
Coenagrion puella	Autochtonie certaine	C
Coenagrion scitulum	Autochtonie certaine	AC
Cordulegaster boltonii	Autochtonie certaine	AC
Cordulia aenea	Aucune preuve évidente d'autochtonie	PC
Crocothemis erythraea	Autochtonie certaine	AC
Enallagma cyathigerum	Autochtonie certaine	PC

Erythromma lindenii	Autochtonie probable	C
Erythromma viridulum	Autochtonie probable	AR
Gomphus flavipes	Autochtonie certaine	PC
Gomphus pulchellus	Autochtonie certaine	AC
Gomphus simillimus	Aucune preuve évidente d'autochtonie	AR
Gomphus vulgatissimus	Autochtonie certaine	PC
Ischnura elegans	Autochtonie certaine	C
Ischnura pumilio	Autochtonie certaine	AR
Lestes barbarus	Autochtonie certaine	AC
Libellula depressa	Autochtonie certaine	C
Libellula fulva	Aucune preuve évidente d'autochtonie	AR
Libellula quadrimaculata	Autochtonie certaine	AC
Onychogomphus forcipatus	Autochtonie certaine	C
Ophiogomphus cecilia	Autochtonie certaine	PC
Orthetrum albistylum	Autochtonie certaine	PC
Orthetrum brunneum	Autochtonie certaine	AR
Orthetrum cancellatum	Autochtonie certaine	C
Orthetrum coerulescens	Autochtonie certaine	AR
Oxygastra curtisii	Autochtonie certaine	AC
Platycnemis acutipennis	Autochtonie probable	AC
Platycnemis pennipes	Autochtonie certaine	CC
Pyrrhosoma nymphula	Autochtonie certaine	AC
Somatochlora metallica	Aucune preuve évidente d'autochtonie	AR
Sympecma fusca	Autochtonie probable	PC
Sympetrum fonscolombii	Aucune preuve évidente d'autochtonie	AR
Sympetrum meridionale	Autochtonie certaine	C
Sympetrum sanguineum	Autochtonie certaine	C
Sympetrum striolatum	Autochtonie certaine	AC

Tableau 18. Statuts et niveaux d'autochtonie des espèces chalonnaises

Les différents travaux réalisés dans le cadre de l'inventaire des odonates sur la commune ainsi que les recherches et synthèses bibliographiques ont permis d'éditer des monographies par espèce. Ces dernières sont consultables dans un document annexe : Répartition des Libellules Chalonnaise.

III. Conclusion

La méthode d'étude des taxa appliquée au taxon des Odonates a permis de faire avancer significativement les connaissances de ce groupe à l'échelle communale. Les protocoles mis en place sur les cours d'eau et les mares ont permis de mettre en valeur l'autochtonie de certaines espèces mais aussi de préciser en partie leur écologie locale. 12 espèces ont ainsi été observées sur le cours d'eau de l'Armangé, 17 sur le Jeu et 29 dans le cadre de l'inventaire des mares. Au total les différents inventaires réalisés ont permis de détecter 39 espèces sur les 45 présentes sur Chalonnes. Les espèces non détectées reflètent le décalage qu'il peut exister entre la phénologie d'émergence et la période de réalisation des inventaires. C'est le cas pour l'Aeshne mixte (*Aeshna mixta*) et le Leste vert (*Chalcolestes viridis*). Ces deux espèces ont eu leur pic d'émergence après les prospections et n'ont donc pas été détectées sur les cours d'eau et les mares.

Le territoire Chalonnais abrite des habitats particuliers permettant à certaines espèces remarquables d'évoluer et de pérenniser leurs populations. Sur le Louet et la Loire le Gomphe à pattes jaunes (Gomphus flavipes) et le Gomphe serpentin (Ophiogomphus cecilia) semblent bien implantés. Sur les anciennes carrières, c'est *Oxgastra curtisii* qui se reproduit (trois carrières sur Chalonnes). Ces espèces à enjeux étant connues avant 2015, il a semblé préférable de cibler les recherches sur une espèce dont les connaissances étaient lacunaires : L'Agrion de mercure. Cette espèce a donc fait l'objet de prospections particulières. Une nouvelle station de l'espèce a pu être trouvée en 2015 sur les 15 écoulements visités.

Les données ponctuelles récoltées durant le stage ou par les naturalistes locaux permettent de compléter grandement les données récoltées à l'aide de protocoles. La synthèse de ces données a permis d'éditer des cartes de répartition, de préciser le statut et l'autochtonie de chaque espèce dans l'objectif de rédiger des monographies communales commentant l'écologie et la répartition locale.

Les prospections engagées en 2015 soumettent l'idée de réaliser une prospection complémentaire sur la Loire pour étudier les exuvies. En effet, si le Louet est particulièrement étudié, la Loire l'est beaucoup moins. Des récoltes d'exuvies permettraient de préciser l'écologie de certaines espèces sur le fleuve.

La mesure des états de conservation des stations à Agrion de mercure sur Chalonnes montre que certaines améliorations pourraient être apportées pour permettre la pérennité de l'espèce sur le territoire Chalonnais.

Le clapet du Plan d'eau du Layon ayant été abaissé en juillet 2015, l'évolution du cortège d'Odonates présent serait intéressante à mesurer. Un état des lieux basé sur la réalisation de transects a été effectué en juin et juillet 2015. La mise en place d'un indicateur Odonates permettra de mesurer l'impact de la « disparition » du Plan d'eau en période d'étiage sur les espèces présentes.

Suite aux inventaires réalisés en 2015, un bilan et des cartes de répartitions ont été édités, cela ne fige pas pour autant les acquisitions de connaissances. Ces acquisitions permettront de réactualiser si nécessaires les cartes. Les cartes de répartition, mêmes si elles précisent largement la répartition des espèces, sont loin d'être exhaustives et ne témoignent que d'un état des connaissances à un instant précis.

Le taxon des Odonates fera aussi l'objet d'un suivi dans le cadre des suivis post-travaux pour les mares restaurées. Enfin, comme pour tous les taxa étudiés, le volet sensibilisation devra continuer d'être développé. Cet aspect est primordial pour préserver les espèces et leurs milieux de vie.

Bibliographie

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), (2002). *« Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales.* MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p.

BOUDOT J.-P., DOMMANGET J.-L., 2008. *Liste de référence des Odonates de France métropolitaine*. Version 02/2008. Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy (Yvelines), 4 pp.

CHARRIER M (coord). (2013) Les Libellules de Maine-et-Loire, inventaire cartographique. Les Naturalistes Angevins. 91p

D'AMICO F, DARBLADE S, AVIGNON S, BLANC-MANEL S, OMEROD S.J. (2004*). Odonates as Indicators of Shallow Lake Restoration by Liming: Comparing Adult and Larval Responses*. Restoration Ecology Vol. 12 No.3. p439-446.

DODELIN C. (2005). *L'Agrion de Mercure en vallée de Risle maritime. Cartographie des populations, conservation de l'habitat et perspectives d'action*. PNR des Boucles de la Seine Normande. 40 pages

DONGER S. & DELIRY C., (2007) - *Coenagrion mercuriale en l'Isère rhodanienne - Utilisation de l'écomètre*. Gère Nature, Groupe Sympérum. 25p.

DOUCET G., (2011). *Clé de détermination des Exuvies des Odonates de France*. Société Française d'Odonatologie. 2e édition. 66 pages.

DUPONT, P. coordination (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 pp.

GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006 – *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480 pages.

HAUGUEL J.C., WATTEZ J.R., 2008. *Inventaire des bryophytes de Picardie : présence, rareté et menace. Conservatoire Botanique National de Bailleul*. Document de travail, version 1 : 38 p.

HENTZ J-L, DELIRY C, BERNIER C, (2011). *Libellules de France - Guide photographique des imagos de France métropolitaine*. Gard Nature et le Groupe Sympetrum (GRPLS), 195p.

IORIO E., (2014). – *Eléments de doctrine régionale pour la prise en compte des odonates dans le cadre des études réglementaires.* Rapport GRETIA pour la DREAL Basse-Normandie, l'Europe et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. 22 pp.

IORIO E., (2014). – *Les habitats des espèces de la déclinaison régionale bas-normande du Plan national d'actions en faveur des Odonates : L'Agrion de Mercure (Coenagrion mercuriale*). Fiche GRETIA pour la DREAL Basse-Normandie, l'Europe et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. 22 p.

MERLET F. & HOUARD X. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie de l'Agrion de Mercure (Coenagrion mercuriale (Charpentier, 1840)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques.* Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 6 p.

PUISSAUVE Renaud - MNHN, Service du patrimoine naturel (2013). *l'Agrion de mercure, Coenagrion mercuriale (Charpentier, 1840)* Fiches d'information sur les espèces aquatiques protégées. 4p

ROUQUETTE J & THOMPSON D (2005). *Habitat associations of the endangered damselfly, Coenagrion mercuriale, in a water meadow ditch system in southern England*. Biological Conservation. P 225-235

SFO, MNHN (2011). *Protocole pour le Suivi Temporel des Libellules (STELI)* – Plan National d'Action en faveur des Odonates, 5p

THOMPSON D, PURSE B & ROUQUETTE J (2003). *Monitoring the Southern Damselfly, Coenagrion mercuriale*. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 8, English Nature, Peterborough. 21p

THOMPSON D, ROUQUETTE J & PURSE B (2003). *Ecology of the Southern Damselfly. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series* No. 8. English Nature, Peterborough. 26p

VANAPPELGHEM C., (2007). *Protocole du nouvel atlas des odonates de la région Nord-Pas-de-Calais*. Le Héron. 8p.

WENDLER A. & NUSS J-H., (1994). - *Libellules. Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. Société Française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy. 130 p

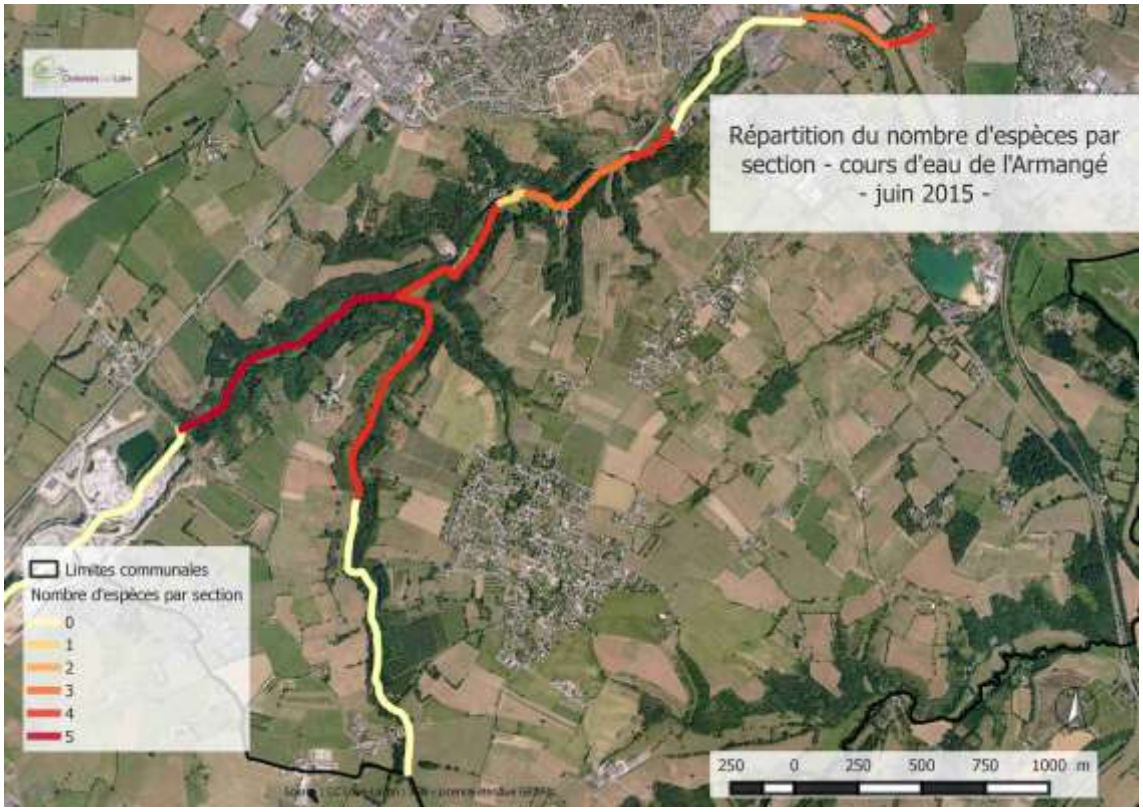
Annexes

Annexe 1. Sections - Armangé

Annexe 2. Ombrage des tronçons - Armangé

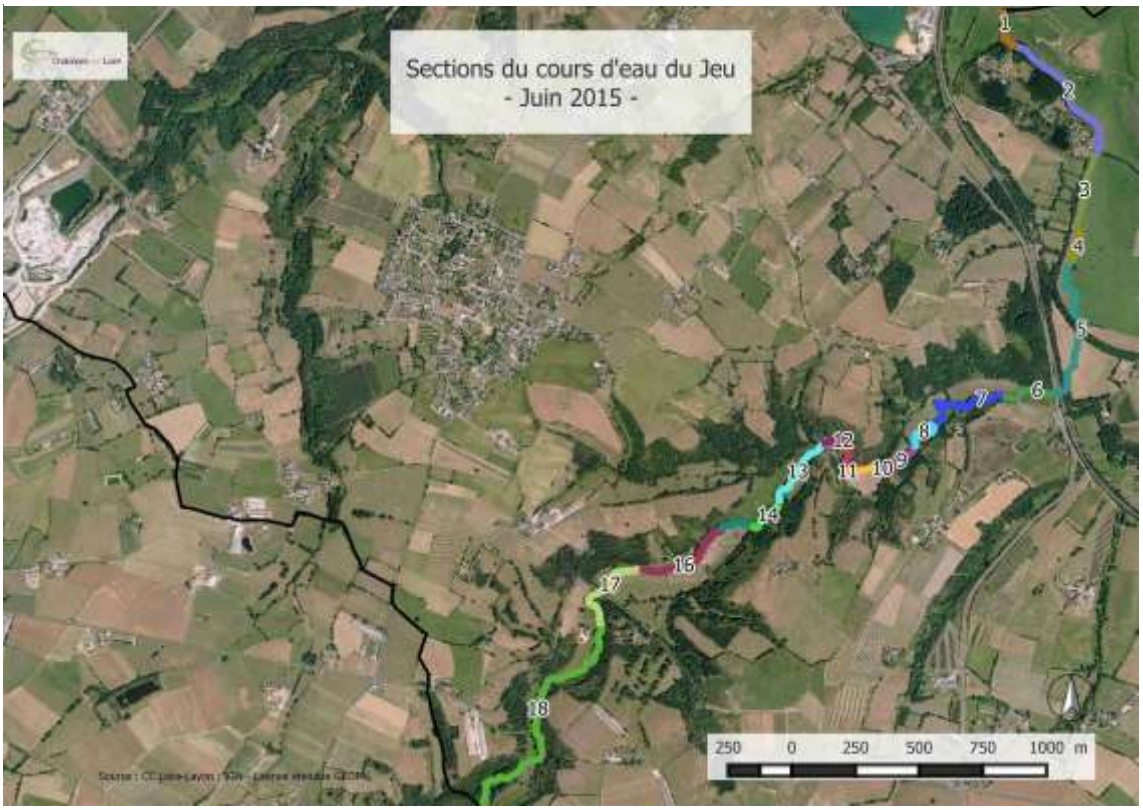
Annexe 3. Débit - Armangé

Annexe 4. Nombre d'espèces par section - Armangé

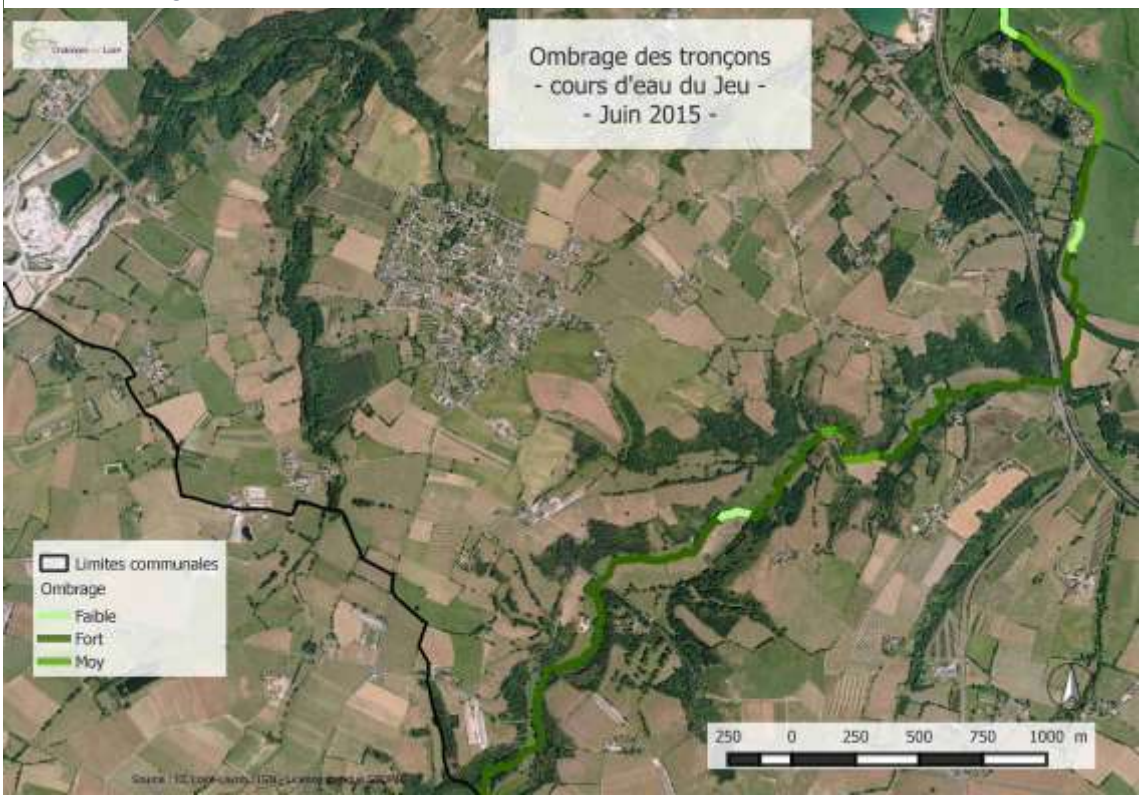


Annexe 5. Substrat - Armangé

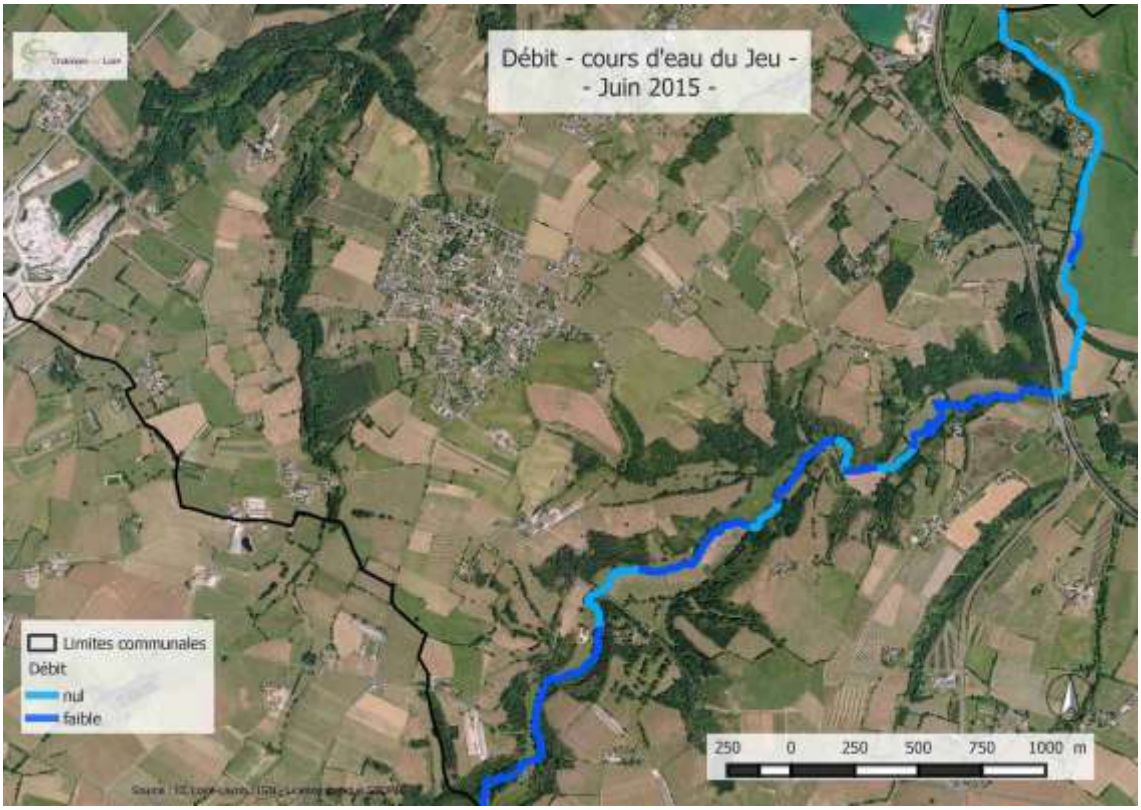
Annexe 6. Sections - Jeu



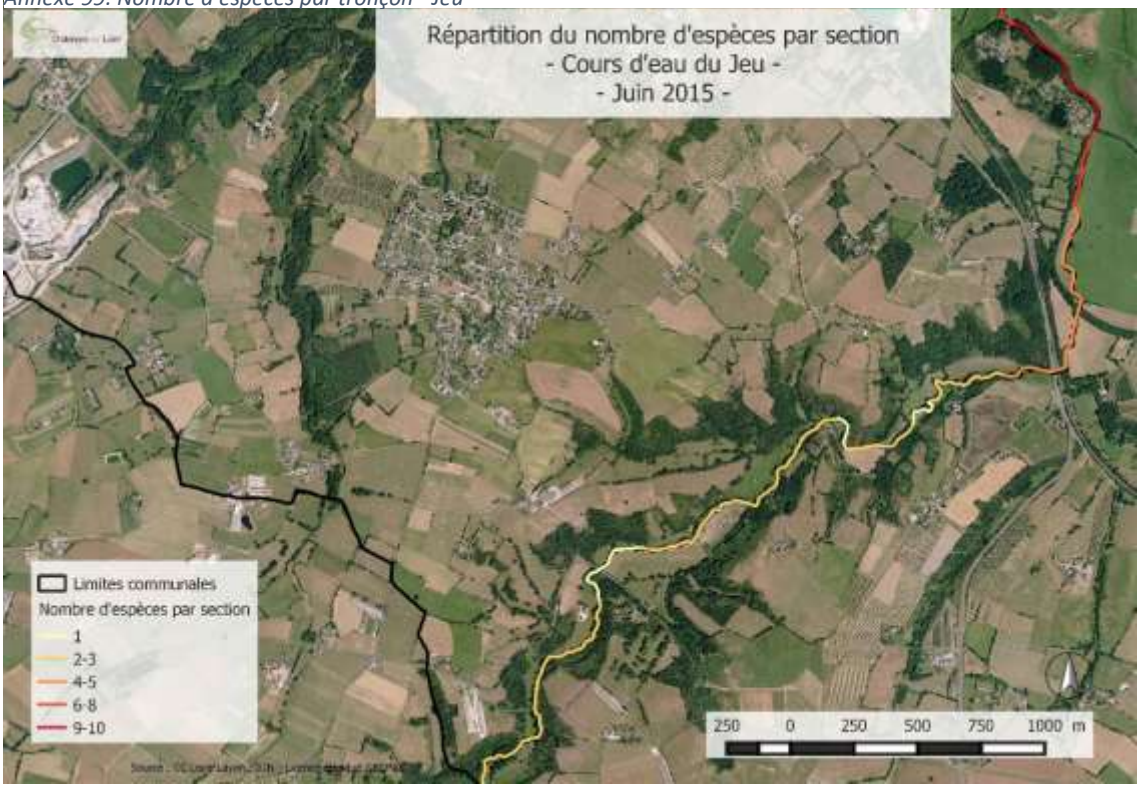
Annexe 7. Ombrage - Jeu



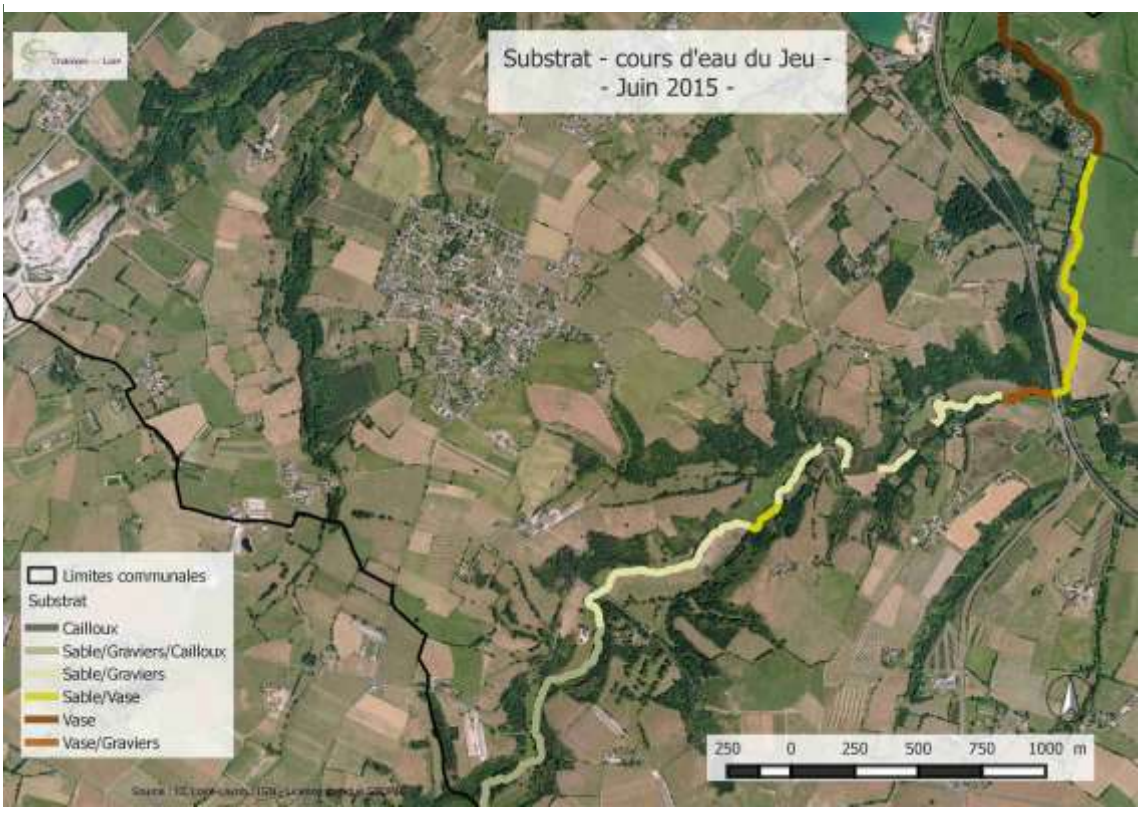
Annexe 8.. Débit - Jeu



Annexe 99. Nombre d'espèces par tronçon - Jeu



Annexe 10. Substrat - Jeu



Annexe 11. M42 et M15 - Mares prairiales fermées

Annexe 12. M03 et M67 - Mares prairiales ouvertes

Annexe 13. M18 et M162 - réserves incendies

Annexe 14. M88 et M22 - Village/Agrément

Annexe 15. M57 et M37 - Boisement

Annexe 16. M130 et M207- Boire

Annexe 17. M158 et M194 - Lagunage

Annexe 18. M45 -"Mare à Xénope"