

MEMOIRE DE 2^{ème} année de MASTER Environnement
Spécialité Ecologie, Biodiversité, Evolution
Parcours professionnel Conservation de la Biodiversité

**Mise à jour des données d'inventaire de l'Agrion de Mercure
(*Coenagrion mercuriale*), diagnostic de l'état de conservation des
habitats et réalisation de préconisations de gestion sur le site
Natura 2000 « vallée de l'Epte francilienne et ses affluents »**



Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*)

Présenté par : **MAUTRET Evéa**

Soutenance le 23 septembre 2014

Période du stage : du 24 mars au 19 septembre 2014

Encadrants du stage :

Céline Przysiecki et Françoise Roux au Parc naturel régional du Vexin français

Florence Merlet et Xavier Houard à l'Office pour les insectes et leur environnement

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à l'accomplissement de mon stage au sein du Parc naturel régional du Vexin français durant ces six mois :

Je remercie tout d'abord chaleureusement Céline Przysiecki et Florence Merlet, encadrantes principales du stage, pour tout le temps qu'elles m'ont consacré, pour leurs conseils et leur aide précieuse ainsi que pour leur patience.

Je remercie aussi Xavier Houard pour le protocole qu'il m'a fourni et ses connaissances sur l'espèce.

Je tiens à remercier sincèrement toute l'équipe du Parc naturel régional du Vexin français pour leur accueil ainsi que pour leur disponibilité et leur bonne humeur. En particulier, je remercie pour l'aide qu'ils m'ont apportés dans chacun de leurs domaines : Françoise Roux, responsable du pôle environnement ; Nicolas Galand, chargé de mission Faune/Flore ; Florie Swoszowski, chargée des espaces naturels sensibles du Val d'Oise ; Alicia Kaci, animatrice de contrat de bassin ; Géraud De Goede, animateur de contrat trame verte et bleue et Eric Marot, chargé de mission SIG et évaluation.

Je remercie aussi pour leur soutien et leur gaieté Lorenza Buono, stagiaire chargée du développement des connaissances sur les populations estivales de chiroptères dans le Vexin qui m'a fait découvrir sa passion et Nicolas Fleury, apprenti travaillant sur l'élaboration de l'atlas du patrimoine naturel.

Je souhaite aussi remercier mes professeurs qui m'ont permis d'acquérir des connaissances qui m'ont été indispensables pendant mon stage ainsi que Vincent Médoc, mon référent à l'université pour m'avoir aidé dans le choix de ce stage qui a répondu à mes attentes.

Enfin, j'adresse mes remerciements à tous mes proches qui m'ont soutenu et encouragé au cours de la réalisation de mon stage et de ce mémoire.

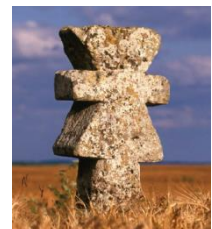
LE PARC NATUREL REGIONAL DU VEXIN FRANÇAIS

Les Parcs naturels régionaux ont été créés en 1967. Leur but est de protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités. Un territoire peut être classé « Parc naturel régional » s'il est principalement rural et que ses paysages, ses milieux naturels ainsi que son patrimoine culturel sont de grande qualité mais fragiles. La création d'un Parc se fait à l'initiative des communes sur la base d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine naturel et culturel. Afin de concrétiser ce projet, une charte valable 12 ans est rédigée, soumise à enquête publique puis approuvée par les communes constituant le territoire du Parc et la ou les régions et départements concernés. Il existe actuellement 49 Parc naturel régionaux qui représentent 14 % du territoire français (hors DOM).

Le Parc naturel régional du Vexin français a été créé en 1995 et sa charte a été renouvelée en 2007. Il s'étend sur 71 062 hectares sur 99 communes dont 79 se trouvent dans le Val d'Oise et 20 dans les Yvelines. La Maison du Parc est installée dans le château de Théméricourt au cœur d'un parc de 6 hectares comportant un étang alimenté par l'Aubette de Meulan. On dénombre un total de 100 774 habitants vivant sur le territoire du Parc.



Le logo du Parc naturel régional du Vexin français représente un épi de blé évoquant la vocation agricole du territoire ainsi qu'une croix pattée caractéristique du Vexin français reflétant la richesse de son patrimoine historique.



Le projet du Parc naturel régional du Vexin français présenté dans sa charte comporte trois axes principaux :

- Maîtriser l'espace et préserver les patrimoines naturels, paysagers et bâtis.
- Promouvoir un développement agricole, touristique et économique durable, moteur d'une vie locale de qualité.
- Informer, éduquer et sensibiliser le public pour mettre l'homme au cœur du projet territorial.

Afin de mettre en œuvre ces trois grands axes d'action, le Parc possède une équipe comprenant 40 permanents organisés en 7 pôles de compétences : aménagement du territoire ; environnement ; développement économique ; tourisme ; éducation et médiation à l'environnement et aux patrimoines ; communication ; ressources et management.

L'OFFICE POUR LES INSECTES ET LEUR ENVIRONNEMENT (OPIE)



L'Office pour les insectes et leur environnement est une association nationale créée en 1969 sous le nom d'Office pour l'information éco-entomologique. A ce titre, il occupe une place privilégiée au point de rencontre de l'ensemble des activités entomologiques françaises. L'Opie est agréé par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Son équipe principale, constituée de 17 permanents, est basée à Guyancourt en Île-de-France. Deux salariés supplémentaires constituent l'antenne Languedoc-Roussillon, à Montpellier. Il compte plus de 2000 adhérents et il existe aussi 5 associations régionales entièrement gérées par des bénévoles.

L'Opie mène des actions orientées autour de quatre grands axes :

- Sensibiliser : L'Opie consacre un effort tout particulier à la sensibilisation du grand public, il réalise des activités à domicile à destination des scolaires et des centres de loisirs. Il a aussi développé un service d'élevage qui assure une disponibilité permanente d'insectes vivants pour les écoles et les particuliers et répond à de nombreuses demandes de renseignements.
- Former - conseiller : L'Opie est agréé pour dispenser des formations professionnelles à destination des enseignants et des professionnels de la nature.
- Etudier et conserver l'entomofaune : L'Opie a pour mission de favoriser la connaissance des insectes dans leurs milieux naturels (inventaires, études scientifiques...) en vue d'établir l'aménagement dirigé et la protection des habitats. Il est considéré comme l'organisme expert en matière de protection des insectes. Il joue donc un rôle important dans la prise en compte de la biodiversité dans les politiques publiques et les plans de gestions des espaces naturels, agricoles et urbains.
- Informer : L'Opie publie des ouvrages et des brochures spécialisés ainsi qu'une revue trimestrielle "INSECTES" qui propose à la fois des articles de synthèse sur la biologie et la protection des insectes et des notes techniques d'élevage et de terrain. Il gère un fichier informatisé regroupant l'ensemble des activités entomologiques en France, ainsi qu'un centre de documentation. La presse, la télévision et la radio font fréquemment appel à l'Opie pour collaborer à des articles ou des émissions sur les insectes.

SOMMAIRE

I.	Introduction	6
II.	Matériels et méthodes	9
1.	Le site Natura 2000 « vallée de l'Epte francilienne et ses affluents »	9
2.	Présentation de l'Agrion de Mercure <i>Coenagrion mercuriale</i> et de son habitat.....	10
a.	Description de l'espèce.....	10
b.	Répartition géographique et statut.....	11
c.	Biologie	11
d.	Habitat de l'Agrion de Mercure	12
e.	Dynamique des populations	13
f.	Menaces.....	14
3.	Protocole d'inventaire	14
a.	Évaluation de l'état de conservation des habitats.....	14
b.	Conditions requises pour les inventaires	15
c.	Prospection de l'Agrion de Mercure	16
4.	Analyses	17
III.	Résultats.....	20
IV.	Discussion – Conclusion.....	29
	Bibliographie.....	35
	Annexes.....	37

I. Introduction

Les Odonates sont des insectes dont la diversité des espèces et la santé des populations sont révélatrices du fonctionnement complexe des zones humides. Depuis le début du XX^{ème} siècle, l'intensification de l'agriculture et l'urbanisation croissante ont causé la disparition de plus de la moitié des zones humides en France, ce qui a eu des conséquences sur les Odonates liés à ces milieux (Dupont coord., 2010). En effet, 15 % des espèces d'Odonates sont menacées d'extinction d'après la liste rouge européenne de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), principalement à cause de la destruction et de la dégradation de leurs habitats. La France possédant la plus grande richesse et le plus fort taux d'endémisme d'Europe en matière d'Odonates, les enjeux ont conduit le Ministère en charge de l'Ecologie à constituer un Plan national d'actions (PNA) en faveur des Odonates. Les principaux axes d'actions du Plan sont l'amélioration des connaissances et la consolidation de l'état de conservation des espèces et de leurs habitats. Le Plan national porte sur dix-huit espèces prioritaires dont les habitats reflètent la diversité des zones humides de France métropolitaine. Parmi les espèces concernées, on retrouve l'Agrion de Mercure *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) qui est un Odonate d'intérêt communautaire visé par l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore. En France, il est classé « quasi-menacé » (NT) sur la liste rouge de l'UICN et il est protégé par l'arrêté du 23 avril 2007.

L'Agrion de Mercure est une espèce inféodée aux petits cours d'eau ensoleillés et végétalisés en milieu prairial dont les capacités de dispersion sont très réduites. Il a été proposé comme espèce pour la cohérence nationale de la trame verte et bleue (TVB) pour la France métropolitaine (excepté la Corse) (Merlet & Houard, 2012). Il n'a été sélectionné dans aucune région sur le critère de la responsabilité régionale à cause de sa relative abondance et de sa large répartition. Pourtant, c'est le seul insecte qui a été proposé sur l'ensemble de la France. Du fait de sa faible dispersion et de son milieu de vie, l'Agrion de Mercure a été choisi car il est très sensible à la fragmentation et car la France constitue un bastion mondial de l'espèce (Houard *et al.*, 2012). Il constitue donc une espèce « parapluie » ciblée pour la protection de tout son écosystème. En effet, la trame verte et bleue est destinée à remédier aux problèmes de fragmentation par la prise en compte des continuités écologiques, tant dans les politiques d'aménagement que dans la gestion courante des espaces ruraux et urbains.

L'application du Plan national d'action passe par la réalisation de déclinaisons régionales. Chaque région se dote alors d'un Plan régional d'actions (PRA) adapté aux espèces présentes à cette échelle et à leur état de conservation. L'Agrion de Mercure fait partie des quatre espèces prioritaires en Île-de-France où il est considéré « en danger » (EN). Le principal noyau de population de la région se trouve dans la vallée de l'Epte. Cette zone présente des milieux variés qui accueillent une faune et une flore particulièrement intéressantes, dont certaines espèces sont d'intérêt communautaire. Ceci a mené à la création de deux sites Natura 2000 de part et d'autre de l'Epte faisant la frontière entre deux régions : Le site « vallée de l'Epte francilienne et ses affluents » en Île-de-France et le site « vallée de l'Epte » en Haute-Normandie.

Les enjeux que présentent les populations d'Agrion de Mercure dans cette vallée sont importants, c'est pourquoi l'étude que j'ai effectuée a été initiée sous l'impulsion de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (DRIEE) Île-de-France dans le but de répondre à l'engagement pris par la région dans le cadre du Plan régional d'actions et de réaliser le suivi des espèces communautaires dans le cadre du site Natura 2000 francilien. Le stage que j'ai réalisé a été mis en place sous la direction conjointe du Parc naturel régional du Vexin français (animateur du site Natura 2000 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents ») et de l'Office pour les insectes et leur environnement (Opie).

Lors de l'élaboration des documents d'objectifs des deux sites Natura 2000 de la vallée de l'Epte, des inventaires de l'espèce ont été réalisés : en 2007 dans l'Eure par le Conservatoire des sites naturels de Haute-Normandie (Vochelet *et al.*, 2010) et en 2008 en Île-de-France par un bureau d'étude mandaté par le PNR (Font, 2010).

Le principal objectif de cette étude est donc d'actualiser l'inventaire de l'Agrion de Mercure dans la vallée de l'Epte dans le but de savoir comment les populations sont structurées et quel est l'état de conservation de celles-ci et de leurs habitats.

Il est aussi intéressant de déterminer notre capacité à détecter les milieux favorables à l'aide du protocole d'évaluation de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure. Les résultats pourront permettre de retravailler la méthodologie d'évaluation de la qualité d'un milieu pour l'espèce.

La dispersion joue un rôle fondamental dans l'écologie et l'évolution des espèces. Ce processus pilote la dynamique locale et métapopulationnelle. Il détermine l'échelle spatiale des changements évolutifs et les réponses des organismes à la fragmentation et aux

changements climatiques. C'est pourquoi il est intéressant de mettre en parallèle l'inventaire réalisé et les connaissances sur l'espèce issues de la littérature. Ceci permet d'identifier les échanges possibles entre les populations identifiées et donc de comprendre le fonctionnement métapopulationnel et ses éventuels dysfonctionnements qui pourraient la menacer.

Lors des prospections, j'ai relevé des informations sur le milieu et sur les conditions au moment de l'inventaire. L'analyse de ces données permet de définir les facteurs jouant sur la détectabilité de l'espèce (tel que la météorologie) ainsi que les facteurs ayant le plus d'influence sur la présence de l'espèce (par exemple la densité de la ripisylve, la végétation aquatique, l'hydrologie). L'intérêt est d'effacer les variations d'abondances liées à la détectabilité de l'espèce pour identifier les variables caractérisant l'habitat qui expliquent réellement la présence de celle-ci.

Réaliser l'inventaire de l'Agrion de Mercure en parallèle d'une évaluation de l'état de conservation des habitats a pour but de déterminer des zones à enjeux où il serait intéressant d'intervenir pour permettre d'améliorer les habitats des populations existantes qui sont en cours de dégradation ou de reconnecter des populations isolées en créant des nouveaux milieux pour l'espèce. On peut alors faire des préconisations de gestions à l'échelle locale en fonction de l'état actuel et de l'état idéal envisagé en jouant sur les facteurs de l'habitat explicatifs de la présence de l'espèce. Ceci permettrait de rendre la métapopulation plus fonctionnelle et donc plus viable.

Cette étude a donc pour objectif de comprendre la structuration de la métapopulation en vallée de l'Epte et ses dysfonctionnements afin de réaliser des préconisations de gestion pour améliorer son fonctionnement et assurer sa pérennité dans le temps.

II. Matériels et méthodes

1. Le site Natura 2000 « vallée de l'Epte francilienne et ses affluents »



Figure 1 : Carte de présentation de la zone d'étude

Située à l'extrême nord-ouest de l'Île-de-France, l'Epte a modelé le paysage en taillant une large vallée encaissée dans un vaste plateau calcaire formant ainsi des coteaux à pentes relativement fortes qui contrastent avec le fond de vallée. Cette morphologie de la vallée ainsi que l'activité agricole et rurale ont contribué au développement de milieux naturels variés qui accueillent une faune et une flore particulièrement intéressantes, dont certaines espèces sont protégées (Font, 2010). C'est dans le but de protéger ces milieux remarquables et les espèces qui y sont présentes, que le site « vallée de l'Epte francilienne et ses affluents » (FR1102014) a été désignée en 2006 au titre de la directive Habitats-Faune-Flore du réseau européen Natura 2000. Cela permet la mise à disposition des moyens utiles à la restauration et au

maintien durable des habitats et des espèces du site. L'Epte constituant la frontière avec la Haute-Normandie, la création du site francilien permet de prendre en compte la globalité de la vallée car un autre site Natura 2000 « vallée de l'Epte » (FR2000152) existe déjà depuis 1999 de l'autre côté de la rivière. Le site francilien s'étend sur une superficie de 3 187 hectares répartis sur 14 communes : 12 dans le Val d'Oise et 2 dans les Yvelines. Le Parc naturel régional du Vexin français a été désigné comme structure animatrice de ce site et emploie une chargée de mission pour l'animation de Natura 2000.

Les principaux affluents de l'Epte sont situés en rive gauche sur le site francilien. Il s'agit du Cudron, du ru de Montreuil-sur-Epte, de l'Aubette de Magny grossie du ru de Genainville, et du ru de Chaussy. De plus, le bassin versant de l'Epte est également alimenté par la nappe d'eau souterraine constituée par les craies du Crétacé supérieur (Font, 2010).

2. Présentation de l'Agrion de Mercure *Coenagrion mercuriale* et de son habitat

a. Description de l'espèce

L'Agrion de Mercure *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) est un insecte de l'ordre des Odonates appartenant au sous-ordre des Zygoptères et faisant partie de la famille des *Coenagrionidae*. En Île-de-France, douze espèces de *Coenagrionidae* ont les mâles à couleur dominante bleue (Houard *et al.*, 2013). La capture au filet est indispensable pour les différencier. Les mâles de l'espèce qui nous intéresse se distinguent des espèces proches par le dessin noir du second segment de l'abdomen en forme de « tête de viking » ou de « casque gaulois » proche du symbole du mercure, d'où son nom. Les femelles sont plus délicates à identifier. On les distingue des autres espèces par la bordure postérieure du pronotum presque droite de part et d'autre de la protubérance médiane (Dijkstra & Lewington, 2007) (figure 2).

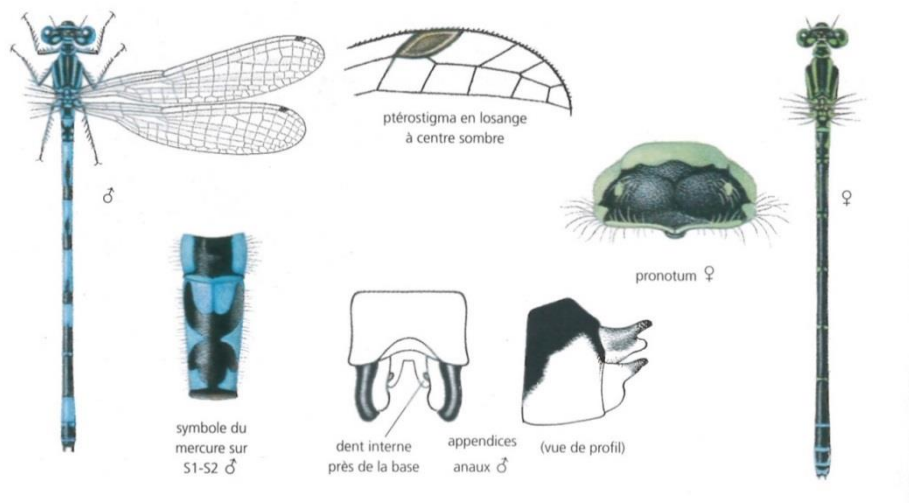


Figure 2 : Critères d'identification de l'Agrion de Mercure (Dijkstra & Lewington, 2007)

La larve de l'Agrion de Mercure a une forme grêle et allongée avec trois lamelles caudales (Dijkstra & Lewington, 2007). L'identification des différents stades larvaires (y compris l'exuvie au dernier stade) est très délicate, elle ne peut se faire que par un spécialiste.

b. Répartition géographique et statut

L'aire principale de distribution de l'espèce se situe entre la France, l'Italie, la péninsule Ibérique et le nord du Maghreb (Maroc, Algérie et Tunisie). En marge, elle est présente en Grande Bretagne, Belgique, Allemagne, Suisse, Liechtenstein, Autriche et Slovaquie. Une importante régression de l'espèce est constatée au nord de son aire de répartition. En France, l'espèce est bien répandue, parfois abondante dans le sud du pays mais absente en Corse et plus rare au nord de la Loire (Dupont coord., 2010; Grand & Boudot, 2006) (figure 3).

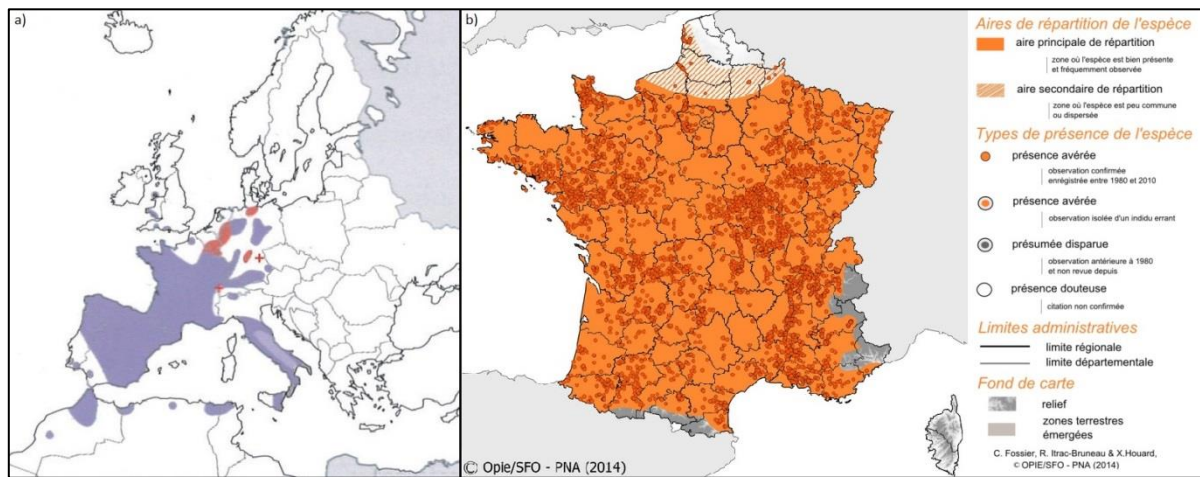


Figure 3 : Répartition géographique de l'Agrion de Mercure : a) Carte de l'aire de distribution totale issue de Dijkstra & Lewington, 2007. En violet : aire principale de répartition (couleur plus claire : zone au sein de l'aire de distribution dépourvue de données mais où la présence de l'espèce est probable). En rouge : zone où l'espèce est peu commune ou dispersée et a généralement disparue, une croix rouge indique une population locale éteinte. b) Aire de répartition en France. (<http://odonates.pnaopie.fr/>)

D'un point de vue réglementaire, l'Agrion de Mercure est inscrit à l'annexe II de la convention de Berne (1979) et de la directive Habitat-Faune-Flore (1992) (Bensettiti & Gaudillat, 2002) et il est protégé en France par l'arrêté du 22 juillet 1993 consolidé le 19 avril 2007. A l'échelle mondiale, européenne et française, l'Agrion de Mercure est inscrit en catégorie « quasi-menacé » sur la liste rouge de l'UICN. Pour la région Île-de-France il est classé « en danger » (UICN, 2011 ; UICN, 2012 ; Houard *et al.*, 2013).

c. Biologie

Les Odonates sont des insectes hétérométaboles¹ dont le développement des phases larvaires s'effectue dans le milieu aquatique par mues successives, jusqu'à l'émergence. Les larves d'Agrion de Mercure sont plutôt sténothermes² et elles ont un cycle de développement qui se déroule en deux ans au nord de la Loire, c'est donc une espèce semi-voltine³ (Thompson *et*

al., 2003a). Les imagos émergent de leur forme larvaire de fin avril à juillet. D'après des observations locales, le pic d'émergence de l'espèce a lieu de mi-mai à mi-juillet en Île-de-France (Houard, 2008 ; observations personnelles). Les larves quittent l'eau en montant sur des hélophytes⁴ et les imagos émergent le plus souvent le matin en position verticale. Les individus venant de quitter leur exuvie (appelés ténéraux) sont difficilement identifiables. Ils quittent le voisinage de l'eau et trouvent un site dans les prairies environnantes pour la maturation qui dure entre cinq et huit jours (Purse & Thompson, 2003). Les immatures, aux ailes fragiles et au teint brun clair, acquièrent alors leur couleur définitive. Une fois matures, ils reviennent vers les milieux aquatiques pour s'accoupler. Le mâle visite le site de reproduction tous les jours durant sa vie alors que la femelle ne s'en approche que lorsqu'elle porte des œufs prêts à être fécondés. La reproduction n'a lieu que les jours chauds et ensoleillés et se passe dans des touffes de végétation rivulaire. Une fois fécondée, la femelle, le plus souvent accompagnée du mâle, insère ses œufs sous le niveau de l'eau dans des hydrophytes à tige molle permettant une insertion des œufs dans les tissus. Les œufs éclosent en quelques semaines (3 à 4 en Grande-Bretagne : Thompson *et al.*, 2003a), les larves sont alors libérées dans l'eau où elles vont se développer parmi la végétation aquatique et le substrat. Les larves s'attaquent aux petites proies telles que le zooplancton, les jeunes larves et d'autres micro-invertébrés qu'elles capturent à l'affût (Thompson *et al.*, 2003a) alors que l'alimentation des imagos est principalement composée de petits invertébrés volants. Les principaux prédateurs des imagos sont les araignées, les oiseaux et les lézards (Thompson *et al.*, 2003a).

d. Habitat de l'Agrion de Mercure

L'Agrion de Mercure étant une espèce sténoèce⁵, les habitats favorables sont souvent réduits car toutes les conditions écologiques doivent être remplies pour permettre le développement de l'espèce. La larve se développe dans les petits bras de rivières, ruisseaux, fossés et sources aux eaux claires et bien oxygénées (91 à 100 % de saturation) et oligotrophes ($PO_4 < 0,025 \text{ mg.l}^{-1}$; $NO_3 < 0,2 \text{ mg.l}^{-1}$). Il est nécessaire que le cours d'eau soit peu profond, alcalin⁶, assez lent avec un faible débit mais permanent (vitesse allant de 7,5 à 20 cm.s^{-1} et de 2 à 15 cm.s^{-1} dans les habitats larvaires) (Thompson *et al.*, 2003a). De plus, la proximité d'une source ou d'une nappe souterraine est favorable pour le développement des larves car elles garantissent le maintien d'une température plus haute que la moyenne en hiver (4 à 10°C) et sans trop d'écart au cours de l'année. Ceci permet d'éviter la prise en glace et l'assèchement des cours d'eau (Thompson *et al.*, 2003a). Les eaux courantes en zone crayeuse (comme la

vallée de l'Epte) présentent généralement ces caractéristiques car la craie est un bon tampon hydrogéologique, réduisant les variations de niveau et de température. De plus, la présence d'hydrophytes vertes tout au long de l'année et une insolation maximale sont aussi des conditions importantes pour le développement de l'espèce. Les parcelles riveraines des cours d'eau abritant l'Agrion de Mercure sont principalement des prairies pâturées ou destinées à la fauche constituant un habitat à part entière primordial pour la maturation des ténéraux. Toute présence de ripisylve ou d'autres éléments apportant de l'ombre semble rédhibitoire au développement de l'espèce, de même que la pollution organique et l'eutrophisation des milieux auxquelles l'Agrion de Mercure est très sensible.

e. Dynamique des populations

La durée de vie moyenne d'un adulte est de 7 à 8 jours (Purse & Thompson 2003 ; Watts *et al.*, 2006). Il semble que des populations peuvent se maintenir sur de petites surfaces à condition qu'une connexion existe avec d'autres noyaux (Houard *et al.*, 2008), et que l'effectif entre davantage en compte que la surface d'habitat pour expliquer la survie ou non d'une population (Purse *et al.*, 2003 ; Rouquette & Thompson, 2007). La majorité des individus se dispersent sur une faible distance au cours de leur vie (souvent inférieure à 25 mètres et jusqu'à 100 mètres assez fréquemment) mais des déplacements ont été enregistrés entre des populations séparées d'1 à 2 km. Des mouvements plus rares semblent possibles jusqu'à 4,5 km (Rouquette, 2005 ; Watts *et al.*, 2006 ; Hassal & Thompson, 2012, Keller *et al.*, 2012). La localisation des milieux favorables influence positivement la dispersion. Ainsi, une grande majorité des individus opèrent des déplacements à l'intérieur de ces continuums d'habitats favorables. Les voies de chemin de fer et les grandes routes ne semblent pas constituer une barrière aux mouvements d'individus, en particulier si elles traversent des cours d'eau jalonnés de ponts. Les zones urbanisées, boisées, embroussaillées constituent des barrières moins perméables aux Agrions de Mercure (Rouquette, 2005). De même, les reliefs semblent gêner les déplacements d'individus alors que les zones agricoles ouvertes sont plus facilement traversables (Keller *et al.*, 2012).

La faible capacité de dispersion influence la diversité génétique des individus. Le niveau de parenté est plus important entre individus vivant à proximité (à moins de 0,8 à 1 km), entraînant un cloisonnement génétique de la population à petite échelle. Il semblerait que la distance et la fragmentation aient le même impact sur la génétique de la population et que la taille des populations influe également (Watts & Thompson, 2005).

f. Menaces

La perte d'habitat et la fragmentation qui y est associée sont les principales menaces pesant sur les populations d'Agrion de Mercure. Cette perte peut être induite par plusieurs facteurs : l'intensification des pratiques agricoles, l'artificialisation des rives des cours d'eau, leur abandon entraînant un embroussaillage qui ombrage le cours d'eau, la gestion drastique (faucardage et extraction des sédiments réalisés en période de vol de l'espèce ou touchant l'ensemble du linéaire occupé par cette dernière), le drainage des zones humides, la baisse du niveau d'eau et l'assèchement des cours d'eau suite au pompage rendu nécessaire pour l'irrigation, la pollution des eaux par les rejets de produits chimiques ou par la présence régulière de nutriments qui conduisent à l'eutrophisation. L'évolution du climat avec un réchauffement global peut aussi être une menace pour l'espèce en provoquant l'augmentation et l'allongement des périodes de sécheresse.

3. Protocole d'inventaire

Les méthodes couramment utilisées dans le cadre d'inventaires des odonates sur un site sont dites de « recherche active » en se déplaçant le long d'un cours d'eau. On utilise cette méthode car certaines espèces d'Odonates (comme l'Agrion de Mercure) sont peu mouvantes et inféodées à un milieu particulier, il est donc nécessaire de parcourir tout le linéaire du cours d'eau afin d'attester ou non de la présence de l'espèce.

La prospection ainsi que l'évaluation de la qualité de l'habitat pour l'Agrion de Mercure se fait sur des tronçons de cours d'eau homogènes définis sur le terrain. Afin de noter les informations relatives à chacun d'entre eux, j'ai réalisé une fiche de terrain (annexe 1) rassemblant les paramètres à mesurer ou estimer. Pour chaque relevé, j'ai noté la date et l'heure puis les paramètres propres au tronçon étudié : la nature du cours d'eau, sa largeur et sa hauteur d'eau ainsi que la pente de la berge.

a. Évaluation de l'état de conservation des habitats

Pour chaque tronçon, une évaluation de la qualité de l'habitat a été réalisée à partir de la clé d'interprétation de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure issue de l'étude de Houard (2008) (tableau 1). Ceci a permis de déterminer sur le terrain les zones favorables et défavorables à l'Agrion de Mercure à partir des facteurs limitant pour l'espèce. Des critères d'estimation nous permettent de définir les paramètres utilisés pour évaluer la qualité de l'habitat pour l'Agrion de Mercure :

- Écoulement de l'eau : Ce paramètre est défini sur la base des trois faciès que l'on peut rencontrer dans le cas de cours d'eau potentiellement favorables (annexe 2).
- Indice de pollution : Aucune mesure des paramètres de l'eau n'a été réalisée faute de temps et de moyens. Cependant, des indices visuels sont facilement identifiables afin de nous informer d'une pollution. Il s'agit de la présence de déchets, de produits d'origine ménagère, de mousse ou d'algues filamenteuses et d'une eau turbide ou boueuse. De même, les aménagements des cours d'eau ont été notés qu'il s'agisse du busage ou de la canalisation de ceux-ci, de la présence de protections de berges lourdes et hétéroclites (gravas, enrochement, palplanches), d'un barrage ou d'une autre entrave à l'écoulement.

Tableau 1 : Clé d'interprétation de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure (d'après Houard, 2008)

A Occupation du sol des parcelles riveraines	B Écoulement de l'eau	C Indice de pollution	D Recouvrement en hydrophytes du cours d'eau	E Densité de la ripisylve	Etat de conservation
A1 : Prairie	B1 : Plat lentique ou plat courant	C1 : Aucune trace de pollution	D1 : Supérieure à 20 %	E1 : Inférieure à 25 %	→ Excellent
			D2 : Inférieure à 20 %	E2 : 25 à 50 %	→ Bon
				E3 : 50 à 75 %	→ Moyen
		D3 : Nulle ou autres types	E4 : Supérieure à 75 %	→ Mauvais	
	C2 : Pollution ou aménagement				
	B2 : Nul		→ Très mauvais		
B3 : Radier		→ Ne correspond pas à l'habitat			
A2 : Culture, Peupleraie			→ Très mauvais		
A3 : Boisement, ville			→ Ne correspond pas à l'habitat		

b. Conditions requises pour les inventaires

Les prospections ont été réalisées dans des conditions météorologiques favorables afin qu'elles soient semblables à chaque session d'inventaire. En effet, l'ensoleillement, la température et la force du vent peuvent faire considérablement varier la richesse du relevé. De façon optimale, les inventaires doivent être réalisés entre 10h et 16h, par temps chaud (température supérieure à 15°C), dégagé (moins de 50 % de couverture nuageuse) et sans vent (au maximum de force 3 sur l'échelle de Beaufort) (Thompson *et al.*, 2003b).

Les conditions météorologiques ont été correctes pendant le pic d'émergence de l'espèce ce qui a permis de faire les inventaires dans les conditions optimales. Certains relevés ont toutefois été réalisés dans des conditions plus nuageuses ou avec davantage de vent. Afin de

prendre en compte les variations de ces paramètres entre les différents relevés, j'ai noté leurs valeurs pour chaque tronçon :

- la température de l'air à l'ombre a été prise à l'aide d'un thermomètre,
- la couverture nuageuse a été estimée selon quatre classes de pourcentage de recouvrement nuageux : de 0 à 25 %, de 25 à 50 %, de 50 à 75 % et de 75 à 100 %,
- la force du vent a été estimée sur l'échelle de Beaufort (annexe 2).

c. Prospection de l'Agrion de Mercure

Tout le linéaire des cours d'eau présents sur le site Natura 2000 a été parcouru à pied à l'exception de l'Epte qui est une rivière ne correspondant pas à l'habitat de l'Agrion de Mercure. Afin d'avoir une cohérence de l'étude en fonction du réseau hydrographique, des inventaires ont été réalisés sur des cours d'eau se trouvant en dehors du site mais dans la continuité de ceux qu'elle contient. Au total 64,42 km de cours d'eau ont été prospectés mais certains tronçons très défavorables (par exemple en forêt ou à sec) n'ont pas été longés entièrement car l'habitat ne convenait pas. Un passage a été effectué par tronçon homogène de cours d'eau pendant le pic d'activité de l'espèce : du 16 mai au 18 juillet 2014.

Pour chaque tronçon, le cours d'eau est prospecté depuis l'une des berges en marchant d'un pas lent et régulier pour repérer les individus dans la végétation et au-dessus de l'eau. Ceux-ci ont été recensés selon deux techniques : à vue posés et au filet entomologique afin de déterminer l'espèce en main à l'aide de guides (Wendler & Nüb, 1997 ; Dijkstra & Lewington, 2007). L'Agrion de Mercure étant une espèce protégée, une dérogation pour la capture temporaire d'adultes avec relâché immédiat m'a été attribuée par la DRIEE Île-de-France sous l'avis du Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN).

Les mâles imago déterminés sont dénombrés par classes d'abondance préalablement définies (tableau 2) afin d'évaluer la taille de la population. On ne compte que les mâles car la détermination des femelles est plus délicate, leur couleur plus terne les rend moins visibles et elles sont moins nombreuses que les mâles à proximité directe des cours d'eau.

De plus, dans le cas de l'Agrion de Mercure, il n'est pas possible de donner un nombre précis d'individus étant donné que l'on peut trouver beaucoup d'individus sur une zone restreinte où on ne peut pas les dénombrer précisément. D'autre part, dans le cas où ils sont présents en

Tableau 2 : Classes d'abondance

Classes d'effectifs	Indice d'abondance
1 individu	I
De 2 à 10 individus	II
De 11 à 50 individus	III
De 51 à 100 individus	IV
Plus de 100 individus	V

même temps qu'une autre espèce qui lui ressemble, la capture permet seulement d'estimer la part de chaque espèce. Le but n'est pas de connaître les effectifs précis mais d'estimer les différences d'abondance entre les sites afin de déterminer la structuration des populations sur la zone d'étude. Ce qui est donc très important est d'être régulier et rigoureux dans le protocole. En revanche, il est intéressant de noter les indices de reproduction tels que les accouplements, tandems, pontes, émergences et présence d'immatures.

Pour prospecter les cours d'eau traversant des terrains privés, j'ai contacté les propriétaires afin de leur présenter l'étude et de leur demander l'autorisation de me rendre sur leurs parcelles. J'ai réalisé un dépliant à destination des propriétaires que j'ai pu rencontrer sur le terrain (annexe 3). Celui-ci présente l'Agrion de Mercure, son habitat, les menaces pesant sur l'espèce, les objectifs de l'étude et les coordonnées permettant de contacter le Parc naturel régional du Vexin français et l'Office pour les insectes et leur environnement.

4. Analyses

Capacité à détecter les milieux favorables : Pour l'ensemble des tronçons appartenant à un état de conservation (estimé à l'aide de la clé de détermination présentée dans le tableau 1), j'ai calculé le pourcentage de linéaire où l'Agrion de Mercure était présent. Ceci permet d'observer l'adéquation de la présence de l'espèce avec les habitats évalués favorables.

Etude de l'influence des différentes variables recueillies sur l'abondance : J'ai travaillé uniquement sur la présence/absence de l'espèce car l'abondance étant estimée en classes non homogènes, je ne peux pas l'utiliser pour faire des analyses robustes. Pour identifier les variables écologiques qui expliquent la présence de l'espèce, j'ai d'abord réalisé des régressions simples permettant de mesurer l'importance respective des différentes variables indépendamment. J'ai ensuite utilisé un partitionnement hiérarchique qui possède la particularité de prendre en compte plusieurs variables pour déterminer la variance expliquée par chacune d'entre elles.

Les variables conditionnant la **détectabilité** ont d'abord été étudiées ensemble : la date et l'heure du relevé ainsi que les conditions météorologiques. De même, j'ai ensuite étudié les variables caractérisant l'habitat qui conditionnent la **présence** de l'Agrion de Mercure puis j'ai réalisé des modèles linéaires généralisés couplés à des analyses de variances (anova) pour tester la significativité de l'influence des différentes variables sur la détectabilité et la présence de l'espèce. Pour cela j'ai créé des modèles avec toutes les variables de départ puis j'ai retiré une par une celles non significatives pour ne conserver que celles ayant une réelle

influence. Le modèle de présence a été ajusté avec les variables influant sur la détectabilité afin d'effacer les variations qui ne sont pas liées à l'habitat. L'abondance étant réduite à la présence/absence de l'espèce pour l'analyse, le modèle est réalisé avec une loi binomiale.

Avant la construction des modèles, j'ai testé les corrélations entre les variables explicatives : pour deux variables quantitatives, j'ai réalisé une corrélation de Spearman car les variables ne sont pas distribuées selon la loi normale (testé avec un test de Shapiro). Pour deux variables qualitatives, j'ai réalisé un χ^2 car la règle de Cochran est toujours respectée. Enfin, pour tester la corrélation entre une variable quantitative et une variable qualitative, j'ai réalisé un test de Kruskal-Wallis.

Plusieurs variables étant corrélées entre elles (annexe 4), il peut y avoir un problème de multicolinéarité. Pour détecter ce type de problème, j'ai observé le VIF (Variance Inflation Factor). Un problème de multicolinéarité est relevé dès lors qu'un VIF présente une valeur supérieure ou égale à 10 et/ou lorsque la moyenne des VIFs est supérieure ou égale à 2. Le but est de savoir quelle part de variance d'une variable explicative est indépendante des autres variables explicatives. Aucun problème de multicolinéarité n'a été détecté et j'ai donc pu inclure des variables corrélées entre elles dans les modèles.

Pour tous les tests, un seuil standard de risque de première espèce $\alpha=0,05$ a été choisi. Tous les tests statistiques et les graphiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2005). Les cartes ont été réalisées à l'aide du Système d'Information Géographique (SIG) Quantum GIS 1.8.0 (Quantum GIS Development Team, 2012).

Etude de la métapopulation : A partir des inventaires et des connaissances sur l'espèce, les populations ont été définies selon le critère suivant : deux tronçons où l'espèce est présente appartiennent à des populations distinctes s'ils sont séparés de plus de 300 mètres.

Pour estimer les échanges possibles entre les différentes populations identifiées, j'ai étudié la connectivité entre les populations les plus proches deux à deux. Pour cela, j'ai mesuré la distance à vol d'oiseau entre les populations et la proportion de chaque type de milieu sur la ligne droite tracée entre deux populations. L'occupation du sol a été étudiée à partir de l'atlas des milieux naturel établi par le PNR du Vexin français (et par photo-interprétation pour les quelques parcelles situées en Haute-Normandie faisant le lien entre les populations). Elle a été restreinte à 6 grandes classes selon les capacités que l'Agrion de Mercure a pour se déplacer dans ces différents types de milieux : Cours d'eau ou plan d'eau, prairie, mégaphorbiaie, culture, forêt, zone bâtie. L'Agrion de Mercure se déplaçant préférentiellement le long des

cours d'eau, j'ai dans un second temps mesuré la distance reliant les populations deux à deux via les cours d'eau. Sur le linéaire reliant deux populations, j'ai mesuré le pourcentage de chaque état de conservation de l'habitat qui a été évalué par tronçon. Afin d'analyser les résultats, j'ai défini des indices de la connectivité entre les populations selon 4 critères que j'ai mis en place d'après les connaissances sur les capacités de déplacement de l'espèce :

- La connectivité par la distance à vol d'oiseau : de 0 à 1000 m = bonne ; de 1000 à 2000 m = moyenne ; de 2000 à 3000 m = mauvaise ; plus de 3000 m = nulle.
- La connectivité par la distance en suivant les cours d'eau : mêmes classes que précédemment.
- La connectivité par l'occupation du sol entre les populations :
 - Plus de 70 % de cours d'eau, prairies et mégaphorbiaies = bonne
 - De 50 à 70 % de cours d'eau, prairies et mégaphorbiaies = moyenne
 - Plus de 50 % de cultures, forêts et zones bâties avec moins de 40 % de forêts = mauvaise
 - Plus de 50 % de cultures, forêts et zone bâties avec plus de 40 % de forêts = très mauvaise
- La connectivité par la présence d'habitats favorables intermédiaires sur les cours d'eau :
 - Plus de 10 % d'états de conservation des habitats excellents et bons = bonne
 - De 1 à 10 % d'états de conservation des habitats excellents et bons = moyenne
 - 0% d'état de conservation des habitats excellents et bons = mauvaise

A l'aide de ces 4 indices, j'ai donc défini la connectivité générale entre les populations étudiées deux à deux : bonne (échanges fréquents), moyenne (échanges plus ou moins fréquents), mauvaise (rares échanges), nulle (populations isolées). Pour cela, j'ai étudié au cas par cas les 4 indices. Par exemple, si deux populations sont séparées de moins d'1km à vol d'oiseau principalement par des milieux favorables (prairies), j'ai défini la connectivité générale comme bonne même si les 2 autres indices de connectivité par les cours d'eau sont défavorables aux échanges.

III. Résultats

Inventaire de l'Agrion de Mercure : La représentation de l'abondance de l'espèce sur les tronçons inventoriés (figure 4) montre qu'il est principalement présent au nord de la zone d'étude dans les fossés de drainage des prairies pâturées en bordure de l'Epte. L'Agrion de Mercure est aussi présent sur les affluents de l'Epte : le Cudron, le ru d'Amiel (ancien lit de l'Aubette au niveau de la commune d'Omerville), le ru de Genainville, le ru de Chaussy, le ru de Roconval et sur des fossés situés dans l'Oise et l'Eure (tableau 6). Au total, l'Agrion de Mercure est présent sur 13 % du linéaire prospecté soit 8,14 km. Enfin, il est totalement absent de la zone la plus au sud où les seuls fossés bordant l'Epte sont à sec et dans des boisements ne correspondant donc pas à son habitat. Toutes les cartes suivantes sont donc réduites en coupant cette zone la plus au sud pour permettre une meilleure visibilité sur ce qui nous intéresse.

Capacité à détecter les milieux favorables : L'état de conservation de l'habitat pour l'Agrion de Mercure, défini pour chaque tronçon à partir de la clé de détermination de Houard (2008), est présenté sur la figure 4. Afin d'observer notre capacité à détecter les milieux favorables pour l'Agrion de Mercure, le tableau 3 présente la proportion de linéaire prospecté où l'espèce est présente pour chaque état de conservation. On observe que plus de 80% des habitats estimés en excellent état de conservation pour l'Agrion de Mercure sont effectivement occupés par l'espèce et c'est 35% du linéaire en bon état de conservation qui est occupé par celle-ci. De même, les tronçons ne correspondant pas à l'habitat de l'espèce ne comportent effectivement presque aucun individu (à l'exception d'une zone défavorable car située entre des maisons mais à proximité de prairies). Cependant, en ce qui concerne les états de conservation moyen, mauvais et très mauvais, la proportion de linéaire où il est présent varie de 5 à 12 %. Ceci permet de s'apercevoir que nous sommes capable de bien définir les zones idéales pour l'Agrion de Mercure et celles ne lui correspondant pas à l'aide de la clé de détermination. Toutefois, quand l'habitat n'est pas idéal, cette clé de ne nous permet pas de définir les zones où il est plus probable de rencontrer l'espèce malgré un habitat dégradé.

Tableau 3 : Proportion de linéaire où l'Agrion de Mercure est présent par état de conservation

Etat de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure	Proportion de linéaire où l'Agrion de Mercure est présent
Excellent	82,05%
Bon	35,53%
Moyen	5,06%
Mauvais	11,00%
Très mauvais	12,08%
Ne correspond pas à l'habitat	0,23%

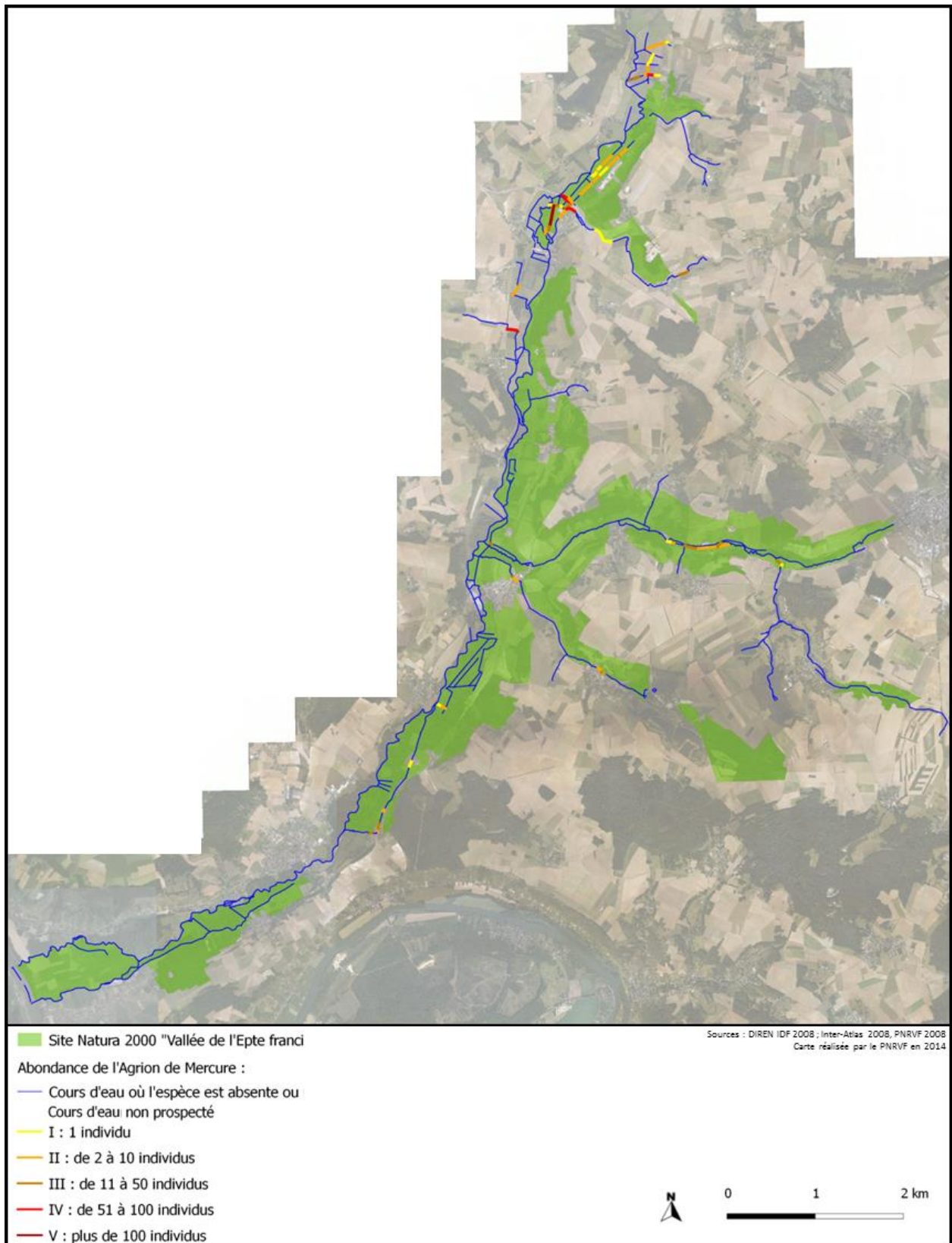


Figure 4 : Carte de l'abondance de l'Agrion de Mercure

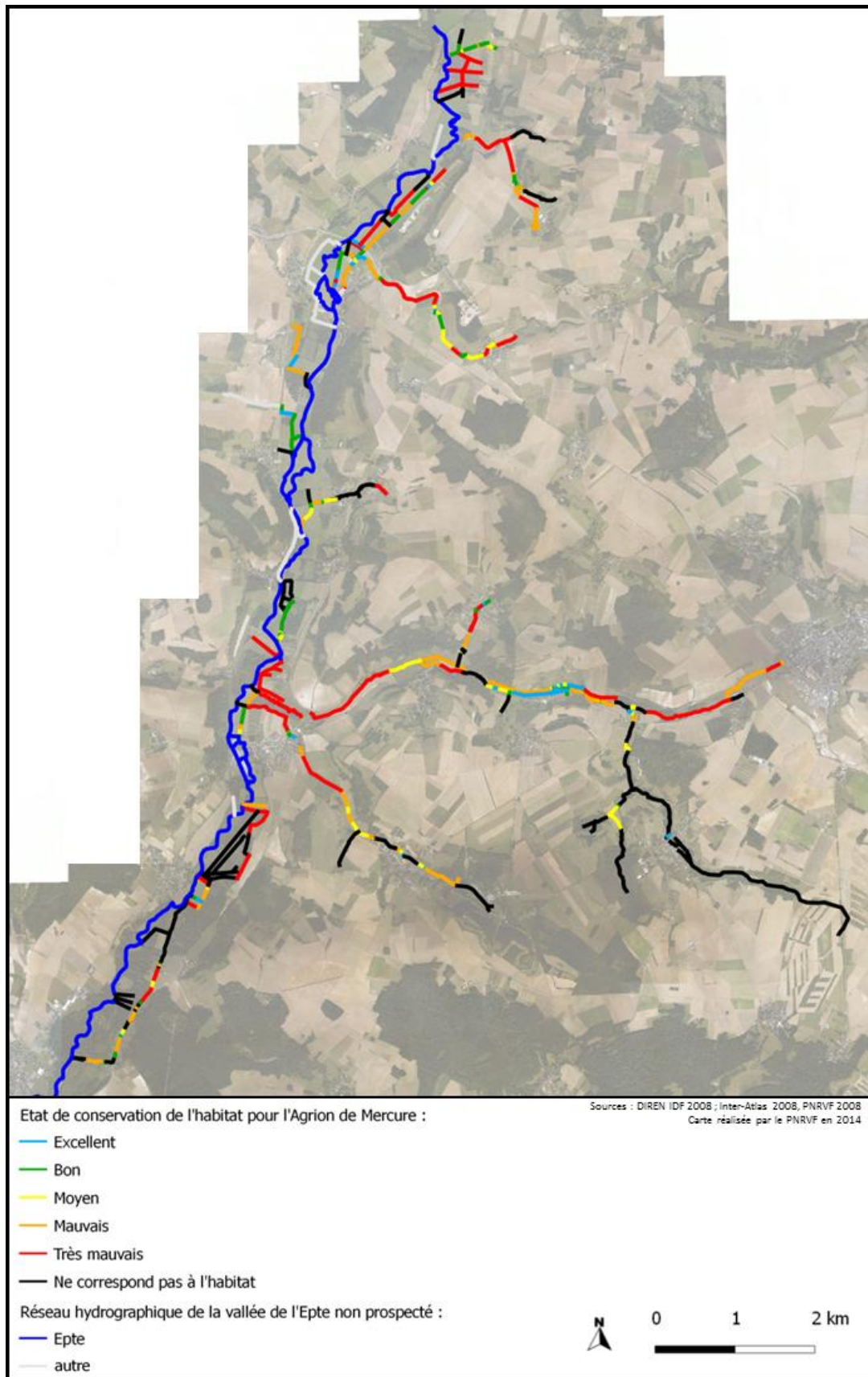


Figure 5 : Carte de l'état de conservation des habitats de l'Agrion de Mercure

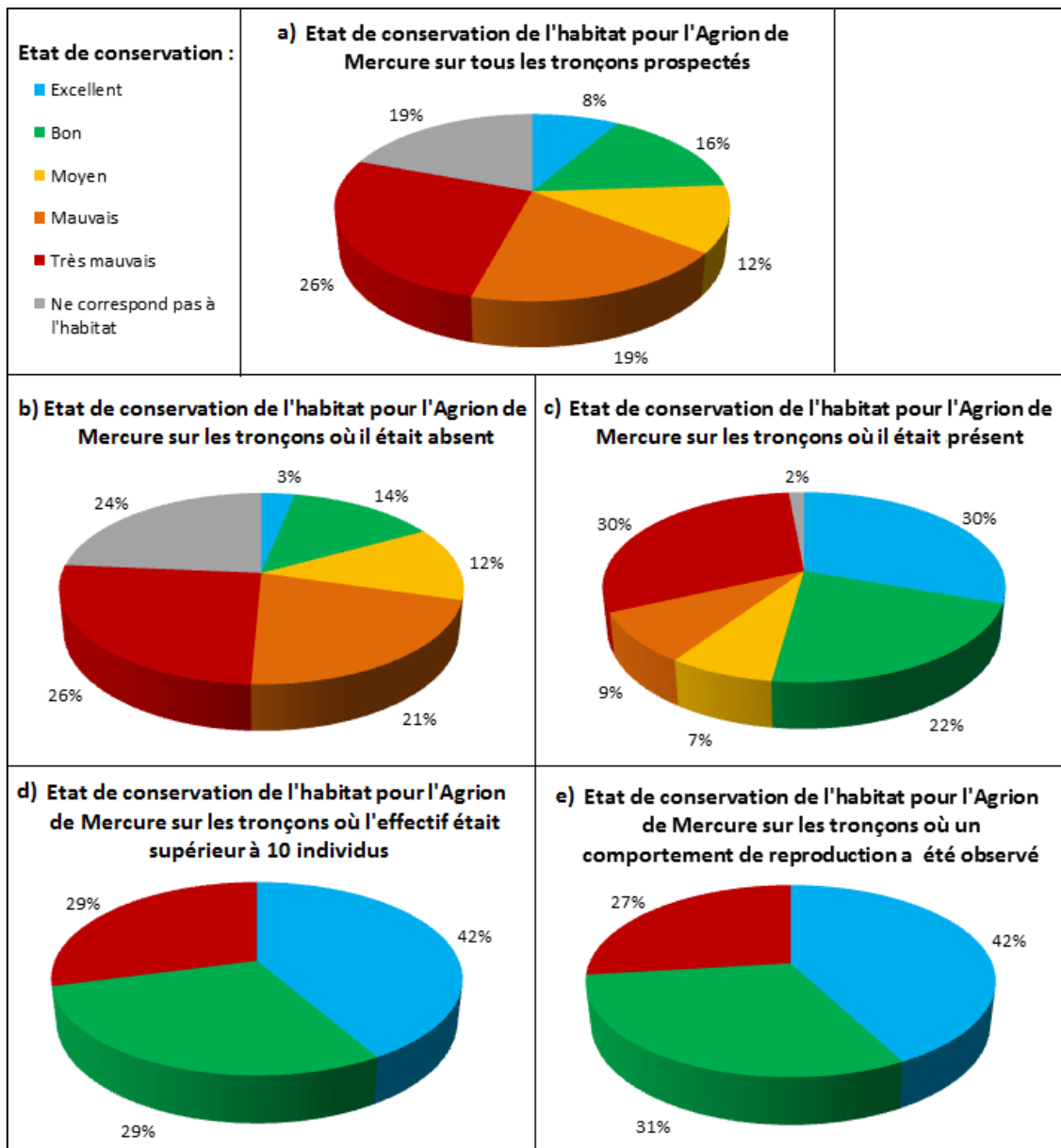


Figure 6 : Pourcentage de chaque état de conservation de l'habitat selon l'abondance

Sur la totalité des tronçons, 24 % sont en excellent ou bon état de conservation pour l'Agrion de Mercure alors que 57 % sont moyen, mauvais ou très mauvais et 19 % ne correspondent pas à son habitat (figure 6a). Si on examine uniquement les tronçons sur lesquels l'espèce est absente, 71 % sont mauvais, très mauvais et ne correspondant pas à l'habitat et seuls 17 % sont en excellent ou bon état de conservation (figure 6b).

Au contraire, en considérant les tronçons sur lesquels l'Agrion de Mercure est présent, plus de la moitié sont évalués en excellent ou en bon état mais il reste 46 % qui se trouvent sur des habitats évalués moyen, mauvais ou très mauvais état (figure 6c). Pour savoir si les individus que l'on trouve sur des stations dégradées sont observés seuls ou en petits effectifs ou bien s'ils constituent une véritable population, on étudie de la même manière uniquement les

tronçons avec une vraie population où l'effectif supérieur à 10 individus. On observe alors que 71 % de ces tronçons se trouvent dans des habitats en excellent et en bon état de conservation. Aucune population ne se trouve dans des habitats en état de conservation moyen, mauvais et ne correspondant pas à l'habitat. Cependant 29 % des tronçons à vraies populations se situent dans des habitats évalués en très mauvais état de conservation (figure 6d). On retrouve des proportions similaires en étudiant les tronçons où un comportement de reproduction a pu être observé (figure 6e).

Etude de l'influence des différentes variables recueillies sur l'abondance :

- Modèle de détectabilité : D'après les résultats des régressions simples (tableau 4), l'heure de l'inventaire et la force du vent n'ont pas d'effet significatif sur les observations d'Agrions de Mercure. D'après le partitionnement hiérarchique (figure 7) et les anovas, les variables qui impactent significativement la détectabilité de l'espèce sont en premier lieu la date de l'inventaire puis la température de l'air et le recouvrement nuageux. En revanche, les anovas confirment que l'heure de l'inventaire et la force du vent n'impactent pas significativement la détectabilité. Cependant, les relevés étant toujours réalisés dans des conditions favorables cela ne signifie pas qu'il n'y a pas d'effet de ces deux variables sur la détectabilité de l'espèce mais qu'ils sont ici minimes et n'influencent donc pas l'abondance observée de l'espèce. Le modèle de présence est donc ajusté par ces variables de détectabilité ayant une influence significative.

Tableau 4 : Régressions simples sur les variables de détectabilité

Variable	r ²	P value du test de significativité		signe
Jour	0,020	7,64E-03	significatif	+
Heure	0,000	8,38E-01	non significatif	+
Température	0,014	2,40E-02	significatif	+
Vent	0,006	3,55E-01	non significatif	/
Nuage	0,048	5,80E-04	significatif	/

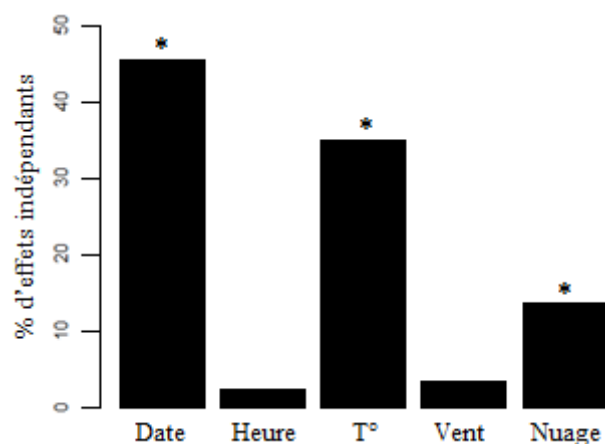


Figure 7 : Partitionnement hiérarchique des variables influençant la détectabilité de l'Agrion de Mercure. Les variables marquées d'un astérisque présentent un effet significatif au seuil de 5%.

- Modèle de présence : D'après les résultats des régressions simples (tableau 5), l'écoulement de l'eau et la largeur du cours d'eau n'influencent pas significativement la présence de l'insecte. D'après le partitionnement hiérarchique (figure 8) et les anovas, les variables qui l'impactent significativement sont en premier lieu le recouvrement en hydrophytes et la densité de la ripisylve puis l'occupation du sol des parcelles riveraines et la pente des berges. Les cartes représentant ces quatre variables qui influencent significativement la présence de l'espèce sont présentées en annexe 6.

Tableau 5 : Régressions simples sur les variables de présence

Variable	r ²	P value du test de significativité		signe
Occupation	0,048	1,65E-04	significatif	/
Écoulement	0,016	5,47E-02	non significatif	/
Pollution	0,013	2,94E-02	significatif	/
Herbiers	0,167	1,07E-14	significatif	/
Ripisylve	0,122	5,69E-10	significatif	/
Pente	0,051	1,49E-04	significatif	/
Largeur	0,004	2,33E-01	non significatif	-
Hauteur	0,024	4,86E-03	significatif	-

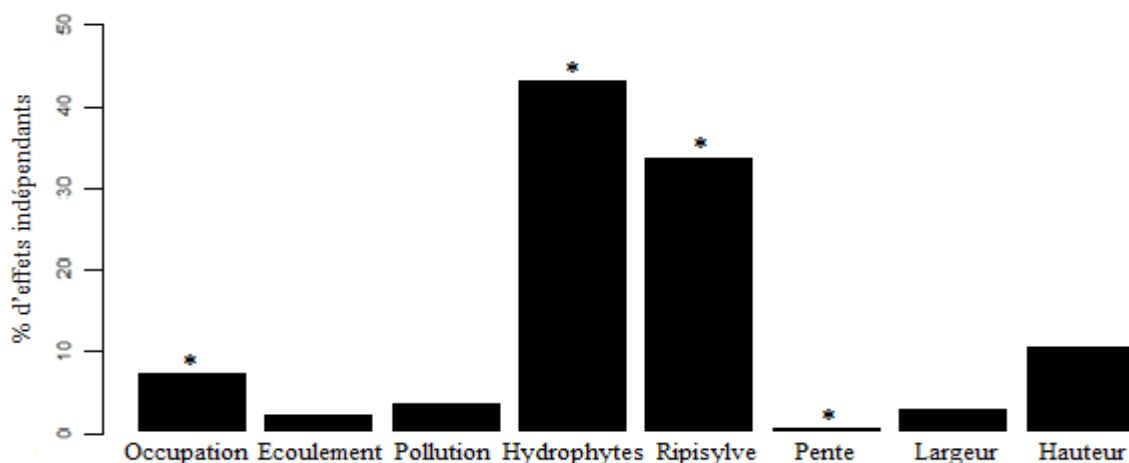


Figure 8 : Partitionnement hiérarchique des variables influant la présence de l'Agrion de Mercure. Les variables marquées d'un astérisque présentent un effet significatif au seuil de 5%.

Étude de la métapopulation : 12 populations ont été détectées sur le territoire prospecté (tableau 6 et figure 9) : 9 dans le Val d'Oise, une en Picardie et 2 en Haute-Normandie. La population 2 représente à elle seule 42 % des effectifs (calculé en fonction de la longueur de tronçon occupé et de l'abondance). Les populations 1, 5 et 7 représentent aussi une part importante des effectifs (12%, 20% et 13%) alors que toutes les autres ne comptent que pour 1 à 3% des effectifs. La majorité des individus situés dans le Val d'Oise se trouvent dans l'enceinte du site Natura 2000 francilien. Cependant, les populations 3, 9 et 12 se situent

entièrement en dehors du site ainsi qu'une petite partie de la population 2 et de la 10 (située à la limite du périmètre).

Tableau 6 : Présentation des populations d'Agrion de Mercure de la vallée de l'Epte

Population	Commune	Cours d'eau ou fossé	Site Natura 2000	Longueur de tronçon occupé (mètres)	Indice de reproduction	% des effectifs totaux de l'Agrion de Mercure
1	Boury-en-Vexin	fossé	Hors site	1117	oui	12%
2	Saint-Clair-sur-Epte	fossé + Cudron	FR1102014	3878	oui	42%
3	Buhy	Cudron	Hors site	185	oui	2%
4	Château-sur-Epte	fossé	FR2000152	234	oui	3%
5	Berthenonville	fossé	FR2000152	1800	oui	20%
6	Bray-et-Lû	fossé	FR1102014	62	oui	1%
7	Omerville	Ru d'Amiel	FR1102014	1187	oui	13%
8	Hodent	Ru de Genainville	FR1102014	102	non	1%
9	Bray-et-Lû	Ru de Chaussy	Hors site	58	oui	1%
10	Chaussy	Ru de Chaussy	FR1102014	154	non	2%
11	Ammenucourt	fossé	FR1102014	195	non	2%
12	Ammenucourt	Ru de Roconval	Hors site	199	oui	2%

Les tableaux 7 et 8 présentent les résultats de l'étude de la connectivité entre les populations les plus proches deux à deux. Les liens entre les populations 10 / 11 et 7 / 10 n'ont pas été étudiés car elles se situent dans des vallées différentes et sont chacune séparées par un relief de près de 100 mètres de dénivelé que les Agrions de Mercure ne vont pas emprunter pour leurs déplacements (Keller *et al.*, 2012). La connectivité générale (tableau 9) compile les informations des tableaux 7 et 8 pour définir les connexions entre les populations.

Tableau 7 : Etude de la connectivité entre les populations par la distance à vol d'oiseau (représentation en annexe 5)

Populations étudiées 2 à 2	Distance entre les 2 populations à vol d'oiseau (en mètres)	Pourcentage de chaque type de milieu					
		cours d'eau ou plan d'eau	prairie	mégaphorbiaie	culture	forêt	bâti
1 / 2	1455	2%	87%	0%	10%	1%	0%
2 / 3	2596	2%	32%	3%	26%	26%	11%
2 / 4	1231	2%	35%	28%	0%	25%	10%
4 / 5	730	0%	9%	0%	54%	37%	0%
5 / 6	3888	1%	34%	0%	21%	41%	4%
6 / 7	3682	0%	17%	0%	48%	24%	11%
7 / 8	1082	0%	13%	10%	26%	51%	0%
7 / 9	3275	0%	23%	0%	40%	19%	18%
6 / 9	806	0%	0%	0%	59%	40%	1%
9 / 10	2511	5%	21%	0%	52%	18%	4%
6 / 11	3565	3%	15%	7%	32%	24%	19%
9 / 11	3113	0%	31%	19%	0%	28%	21%
11 / 12	2505	0%	34%	10%	0%	45%	11%

Tableau 8 : Etude de la connectivité entre les populations par la distance via les cours d'eau

Populations étudiées 2 à 2	Distance entre les 2 populations via les cours d'eau (en mètres)	Pourcentage de chaque état de conservation sur le linéaire entre 2 populations						
		Excellent	Bon	Moyen	Mauvais	Très mauvais	Ne correspond pas à l'habitat	Epte
1 / 2	2026	0%	0%	0%	0%	1%	0%	99%
2 / 3	3300	1%	16%	24%	12%	47%	0%	0%
2 / 4	2406	0%	0%	0%	13%	0%	10%	77%
4 / 5	1393	0%	0%	0%	23%	0%	16%	61%
5 / 6	4636	0%	0%	0%	0%	15%	0%	85%
6 / 7	4612	0%	0%	18%	11%	60%	10%	0%
7 / 8	1316	0%	6%	0%	71%	0%	23%	0%
7 / 9	/	/	/	/	/	/	/	/
6 / 9	1376	0%	0%	0%	23%	77%	0%	0%
9 / 10	2726	0%	0%	18%	25%	33%	24%	0%
6 / 11	4378	1%	7%	1%	10%	1%	0%	79%
9 / 11	5019	1%	6%	1%	2%	20%	0%	69%
11 / 12	2573	0%	2%	8%	12%	17%	61%	0%

Tableau 9 : Analyse générale de la connectivité entre les populations

Populations étudiées 2 à 2	Connectivité par la distance à vol d'oiseau	Connectivité par l'occupation du sol sur la distance à vol d'oiseau	Connectivité par la distance via cours d'eau	Connectivité par la présence d'habitats favorables intermédiaires	Connectivité générale
1 / 2	moyenne	bonne	mauvaise	mauvaise	bonne
2 / 3	mauvaise	moyenne	nulle	bonne	moyenne
2 / 4	moyenne	moyenne	mauvaise	mauvaise	moyenne
4 / 5	bonne	mauvaise	moyenne	mauvaise	bonne
5 / 6	nulle	très mauvaise	nulle	mauvaise	nulle
6 / 7	nulle	mauvaise	nulle	mauvaise	nulle
7 / 8	moyenne	très mauvaise	moyenne	moyenne	moyenne
7 / 9	nulle	mauvaise	nulle	mauvaise	nulle
6 / 9	bonne	très mauvaise	moyenne	mauvaise	moyenne
9 / 10	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise
6 / 11	nulle	mauvaise	nulle	moyenne	nulle
9 / 11	nulle	moyenne	nulle	moyenne	nulle
11 / 12	mauvaise	très mauvaise	mauvaise	moyenne	mauvaise

L'analyse de la connectivité permet de mettre en évidence quatre sous-ensembles de populations isolés (figure 9 et tableaux 7, 8 et 9) : le sous-ensemble A constitué des populations 1, 2, 3, 4 et 5 est isolé des autres populations. De même, le sous-ensemble B situé sur le ru de Chaussy (populations 6, 9 et 10) est isolé des populations 7 et 8 présentes dans la vallée de l'Aubette (sous-ensemble C) et des populations les plus au sud de la zone (11 et 12) constituant le sous-ensemble D. A l'intérieur de ces 4 grands ensembles, les échanges sont possibles mais parfois rares. La connectivité est meilleure dans le sous-ensemble de population A. En effet, les prairies favorables aux déplacements de l'espèce occupent une part importante de l'occupation du sol. En revanche, dans les sous-ensembles B, C et D, les populations sont moins connectées car le milieu est moins favorable entre elles. Ainsi, quand la distance est trop importante entre deux populations et qu'il n'existe pas d'habitat favorable pouvant servir d'intermédiaire, les échanges restent rares.

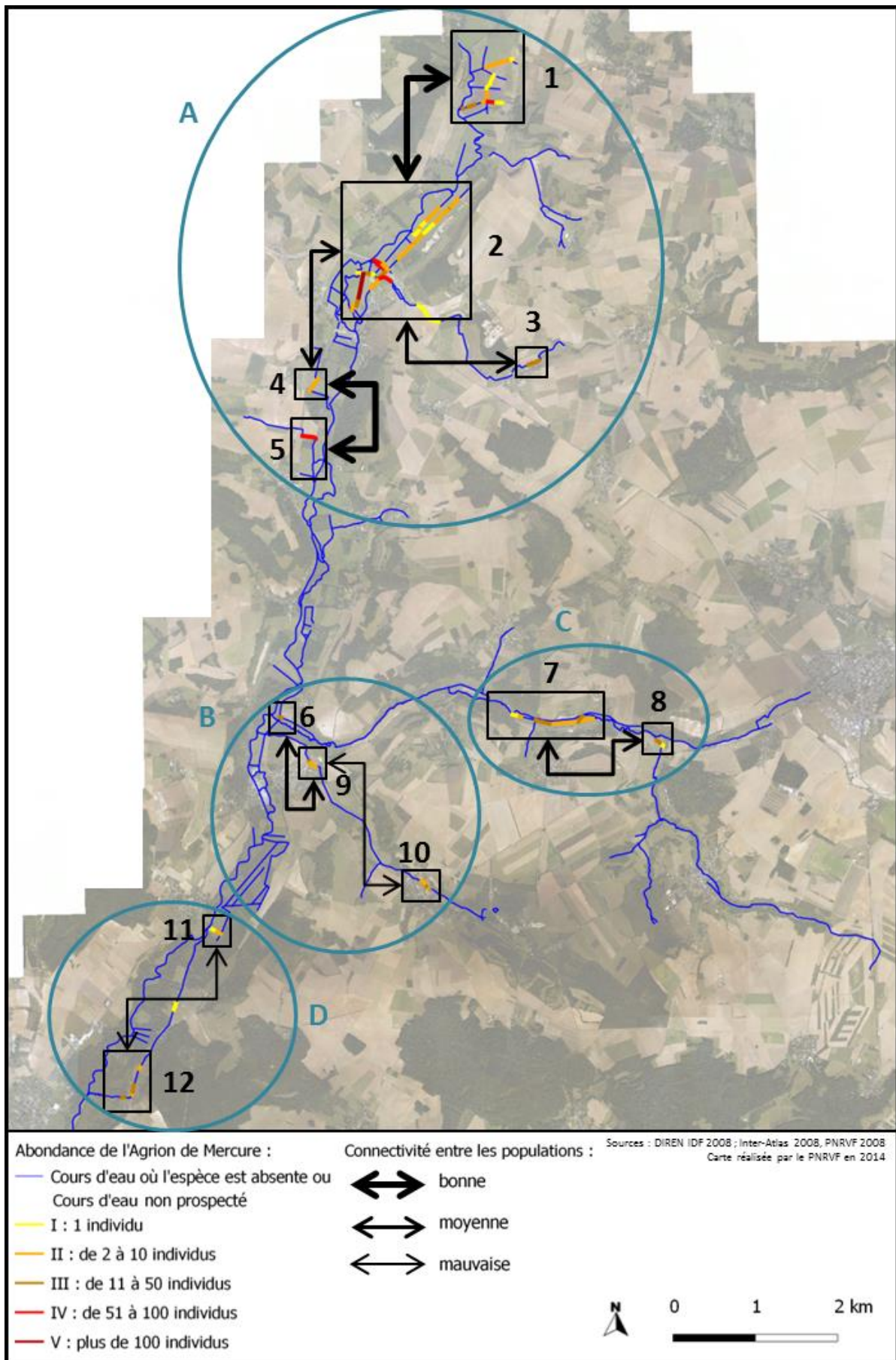


Figure 9 : Populations d'Agrion de Mercure en vallée de l'Epte et connectivité entre elles

IV. Discussion – Conclusion

L'analyse des facteurs conditionnant l'habitat de l'Agrion de Mercure permet d'orienter la gestion selon l'importance des différents paramètres. On a pu montrer que la largeur du cours d'eau, la pollution, l'écoulement de l'eau et sa hauteur n'influencent pas significativement la présence de l'Agrion de Mercure. Il convient de prendre du recul sur ces analyses afin de bien les interpréter. Par exemple, la largeur du cours d'eau et la hauteur d'eau n'ont pas d'effet significatif ici car les cours d'eau prospectés sont tous des fossés ou des rus et ces deux paramètres ne sont donc pas très variables. Or, on sait que l'Agrion de Mercure ne vit pas sur des cours d'eau plus grands que ceux étudiés, comme l'Epte par exemple. Si on avait inventorié cette rivière plus large, on aurait sans doute eu un effet significatif de ces variables car très peu d'individus auraient été trouvés (peut-être quelques-uns en déplacement). D'autre part, on ne trouve pas non plus d'effet significatif de la pollution, mais cela ne signifie pas que ce critère n'a pas d'importance. En effet, les sites pollués ne sont pas très abondants et il est possible que l'effet ne soit pas bien mis en évidence. Il est cependant incontestable qu'un milieu pollué (eutrophisé ou avec des aménagements du cours d'eau) est défavorable à l'Agrion de Mercure. De même, il a été prouvé que l'écoulement de l'eau a une importance, même s'il n'a pas été mis en évidence ici. En effet, l'écoulement de type plat lentique ou courant convenant à l'Agrion de Mercure est bien représenté sur toute la vallée, y compris sur des milieux ne correspondant pas à l'espèce par rapport aux autres critères. Les analyses permettent donc de mettre en évidence les facteurs influençant principalement la présence de l'espèce parmi ceux qui sont variables sur les cours d'eau étudiés. Ainsi, les éléments ayant le plus d'importance ici sont le recouvrement en hydrophytes et la densité de la ripisylve, viennent ensuite l'occupation du sol des parcelles riveraines et la pente des berges. Afin d'améliorer les habitats, il sera intéressant de proposer des actions de gestion sur ces facteurs et principalement sur la ripisylve. Il s'agit d'un élément déterminant l'ombrage du cours d'eau et donc le recouvrement en hydrophytes directement liée à la quantité de lumière reçue. On recherchera donc des zones où l'occupation du sol est favorable et où la pente de la berge est relativement douce pour que l'action sur la ripisylve permette à elle seule de rendre le milieu favorable.

L'étude de la capacité à détecter les milieux favorables a permis de constater que la clé de détermination de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure fonctionne bien pour déterminer les zones idéales et celles ne lui correspondant pas. Cependant, plusieurs explications peuvent-être apportées pour comprendre pourquoi des habitats considérés comme

très mauvais (au milieu de cultures ou stagnants) peuvent parfois convenir aux Agrions de Mercure : sur certaines zones cultivées, la présence de belles bandes enherbées ou de prairies situées à proximité (mais pas directement sur les parcelles riveraines du cours d'eau) peuvent suffire à la présence de l'espèce. D'autre part, l'eau peut paraître stagnante sur une zone alors qu'elle est tout de même renouvelée continuellement. C'est le cas par exemple quand un petit fossé à faible débit s'élargit.

En revanche, aucune vraie population (dont l'effectif est supérieure à 10 individus ou avec observation de comportements de reproduction) ne se trouve sur des tronçons en état de conservation moyen. Cet état caractérise un cours d'eau en milieu prairial mais avec une ripisylve ombrageant le cours d'eau et empêchant le développement des hydrophytes indispensables à l'Agrion de Mercure.

On a démontré que les facteurs ayant le plus d'importance sur la présence de l'espèce sont la densité de la ripisylve et le recouvrement en hydrophytes. Il n'est donc pas étonnant que des habitats en très mauvais état soient occupés par l'Agrion de Mercure (si la ripisylve est absente et que les hydrophytes sont développés bien que le cours d'eau soit bordé de culture), comme il n'est pas étonnant que des cours d'eau évalués comme moyens n'abritent pas l'espèce (les critères de densité de la ripisylve et du recouvrement des hydrophytes n'étant pas remplis).

Je propose ici une nouvelle clé de détermination de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure en ordonnant différemment les variables en fonction des résultats des analyses et en conservant celles qui n'avaient pas d'effet significatif mais qui restent intéressantes pour déterminer l'état de conservation (tableau 10). Cette clé est valable pour des petits cours d'eau en milieu ouvert. Les autres types de cours d'eau (soient trop gros, soient en milieu fermé) peuvent donc être directement classés dans une catégorie à part « ne correspond pas à l'habitat ». On utilise cette clé pour déterminer l'état de conservation d'un cours d'eau, en évaluant à quelle catégorie il correspond pour chaque critère depuis le A jusqu'au E. On conserve toujours l'état de conservation le plus mauvais si un critère remonte ou diminue la note d'un critère précédent. Par exemple si l'on a A1-B2-C1-D2-E1, on définit le cours d'eau comme en mauvais état car son écoulement est nul. Il ne peut pas être évalué en meilleur état même si la densité de la ripisylve, le recouvrement en hydrophytes et l'occupation du sol sont favorables.

Tableau 10 : Nouvelle clé d'interprétation de l'état de conservation des habitats pour l'Agrion de Mercure

A	B	C	D	E	Etat de conservation
Indice de pollution	Ecoulement de l'eau	Densité de la ripisylve	Recouvrement en hydrophytes du cours d'eau	Occupation du sol des parcelles riveraines	
A1 : Aucune trace de pollution	B1 : Plat lentique ou plat courant	C1 : Inférieure à 25 %	D1 : Supérieure à 20 %	E1 : Prairie	→ Excellent
			D2 : Inférieure à 20 %		→ Bon
	B2 : Nul	C2 : 25 à 50 %	D3 : Nulle ou autres types	E2 : Culture	→ Moyen
					→ Mauvais
					→ Très mauvais
B3 : Radier				→ Très mauvais	
A2 : Pollution ou aménagement					→ Très mauvais

Cette étude a aussi permis de réaliser que pour avancer des analyses fiables sur les paramètres influençant l'abondance de l'Agrion de Mercure, il est nécessaire que celle-ci soit une donnée quantitative de comptage car les classes ne peuvent pas être utilisées telles quelles. La difficulté de donner un nombre précis d'individus sur un tronçon pose problème. Il serait donc possible de conserver les classes pour donner une idée globale des différences d'abondance entre les tronçons, mais d'essayer tout de même d'estimer l'effectif même avec un nombre approximatif.

Cette étude a permis d'identifier les populations et leurs connexions dans la vallée de l'Epte. La population 2 constitue le cœur de la métapopulation. Les populations 1, 5 et 7 sont aussi des populations importantes alors que toutes les autres représentent uniquement des petites stations pour l'espèce. La majorité des effectifs se trouvent bien sur les sites Natura 2000 mais plusieurs zones où des petites populations sont présentes se situent à l'extérieur ou à la limite du périmètre. Une extension du site francilien est prévue et permettrait de couvrir un plus grand linéaire de cours d'eau occupé par l'espèce.

L'étude de la connectivité entre les populations a permis de définir 4 sous-ensembles isolés les uns des autres mais à l'intérieur desquels des échanges existent. J'ai pris en compte différents éléments intervenant dans les déplacements des individus pour appréhender la connectivité entre les populations mais les connaissances dans ce domaine restent limitées. Le caractère isolé des sous-ensembles reste notamment hypothétique. Des déplacements sur des « grandes » distances peuvent probablement avoir lieu même s'ils sont très certainement plus rares. Il semblerait en effet que les études de capture-marquage-recapture sous-estiment les

déplacements longs car les individus concernés sont rares et ne sont souvent pas retrouvés. De plus, il est possible que la dispersion soit réalisée par les immatures, or ils ne peuvent être marqués sans risquer de les endommager (Thompson & Purse, 1999 ; Keller *et al.*, 2012). Il y aurait donc un grand intérêt à mettre en place une étude par capture-marquage-recapture et/ou des analyses génétiques pour permettre d'évaluer les échanges entre les populations éloignées sur ce site, mais celles-ci sont très coûteuses en temps et en moyens. Cependant, si les connectivités définies ici restent à confirmer, cette étude a tout de même l'intérêt de déceler les zones où les échanges sont plus ou moins difficiles et où il serait donc intéressant d'intervenir pour les améliorer : en restaurant des milieux ouverts ou en améliorant la qualité de l'habitat d'un tronçon quand deux populations sont reliées directement par un cours d'eau.

La comparaison avec les inventaires effectués en 2007 et 2008 (annexe 7) permet de voir que la plupart des populations détectées en 2014 existaient déjà auparavant. On observe notamment que le principal noyau de population était situé comme aujourd'hui au niveau de la commune de Saint-Clair-sur-Epte. Le protocole utilisé pour l'étude réalisée en 2008 n'étant pas le même que le nôtre, il est difficile de comparer les abondances entre les deux études. Cependant, les effectifs rencontrés en 2008 paraissent bien plus importants que ceux observés en 2014 au niveau de la population 2. Plus particulièrement, la partie nord de celle-ci est beaucoup moins importante à cause de la dégradation du milieu. En effet, une grande partie du réseau de fossés est stagnant, sans doute à cause du comblement de ceux-ci, et une autre partie a dû être curée récemment. On observe aussi que les petites populations 'b', 'd' et 'e' présentes en 2008 n'existent plus en 2014. Il est probable que le cours d'eau abritant la population 'd' ait été curé récemment et que l'habitat des populations 'b' et 'e' se soit dégradé à cause du développement de la ripisylve.

D'autre part, les populations 7 et 12, signalées uniquement par quelques individus en 2008, constituent aujourd'hui de véritables populations grâce à l'amélioration de leur habitat. En effet, les parcelles qui entourent le ru abritant la population 7 sont depuis deux ans utilisées pour du maraîchage. Il s'agit d'une pratique beaucoup plus favorable à l'Agrion de Mercure comparée à la culture de maïs qu'on trouvait précédemment. De même, au niveau du tronçon de la population 12 où l'abondance est plus importante, la présence de souches nous renseigne d'une coupe récente des peupliers qui longeaient le cours d'eau. Toutefois, il est possible que l'inventaire de 2008 n'ait pas permis de détecter une véritable population sans doute déjà existante dans ce secteur et qui expliquerait l'observation de quelques individus isolés. En revanche, on observe que la population 1 est plus importante en 2014 alors qu'aucune

modification majeure du milieu n'a été constatée. Il est probable que ce secteur ait été mal prospecté en 2008 parce qu'il est situé en dehors du site Natura 2000 et qu'il est a priori peu favorable (il se situe au milieu de cultures de petits fruitiers avec une ripisylve trop dense sur une grande partie du linéaire). Les habitats de la population 8 (où seuls 2 individus avaient été observés en 2008) et des populations 3, 6, 9 et 10 (qui n'avaient pas été contactées en 2008) ne semblent pas non plus avoir beaucoup changés. Ces petites populations ont souvent un habitat très restreint et en mauvais état. Il est donc possible qu'elles s'y soient installées récemment à défaut de trouver un habitat plus favorable à proximité. C'est assez typique du fonctionnement en métapopulation : des petites stations disparaissent ou apparaissent grâce aux échanges d'individus. Par exemple, la présence de l'habitat restreint de la population 10 a probablement permis d'éviter la disparition de l'espèce de ce secteur lorsque la population 'e' s'est éteinte. Ceci met en avant l'intérêt d'avoir de nombreuses zones plus ou moins favorables et connectées entre elles pour permettre le maintien de la métapopulation.

Afin de favoriser l'Agrion de Mercure, les actions qui peuvent être proposées sont les suivantes :

- Maintenir des zones refuges : il est souhaitable de conserver des zones prairiales extensives en bordure des cours d'eau car elles servent ainsi de site de maturation et de zones refuges.
- Maintenir le régime hydrologique en limitant les captages d'eau et en luttant contre l'abaissement des nappes alluviales.
- Maintenir ou améliorer la qualité physico-chimique de l'eau : l'Agrion de Mercure étant très exigeant vis-à-vis de la qualité de l'eau, il est important de contrôler l'usage des fertilisants agricoles afin de préserver les cours d'eau de l'eutrophisation.
- Lutter contre la fermeture complète des cours d'eau : débroussailler les secteurs trop fermés, entretenir les milieux ouverts et limiter l'accès excessif du bétail aux cours d'eau. Il faut cependant faire attention à conserver la végétation herbacée qui constitue l'habitat de l'espèce et ne faut retirer que les broussailles ombrageant le cours d'eau. Bien sûr, la coupe de la ripisylve ne doit pas être systématique. Il convient de conserver la diversité des milieux en alternant des zones d'ombre et de lumière pour favoriser le maximum d'espèces et lutter contre l'eutrophisation.
- Protéger l'habitat larvaire lors de l'extraction des sédiments des fossés agricoles : il convient de le réaliser de manière douce et irrégulière en intervenant que sur une des berges ou en laissant des tronçons sans intervention.

La période la plus favorable aux travaux sur les cours d'eau est de septembre à novembre.

En pratique, afin d'orienter des actions de gestion en faveur de l'Agrion de Mercure dans la vallée de l'Epte, j'ai défini les préconisations sur certains secteurs cibles. Pour cela, j'ai mis en parallèle la carte de l'état de conservation des habitats (figure 5) avec les cartes des différents facteurs influençant la présence de l'espèce (annexe 6). J'ai pu faire ressortir les tronçons sur lesquels il est possible d'agir et sur quels facteurs il faut jouer pour améliorer l'habitat d'une population existante, ou pour recréer des habitats intermédiaires entre les populations, afin de rétablir ou développer les corridors écologiques sous la forme de « pas japonais ». La description des préconisations de gestion est décrite en annexe 8. Elles sont proposées sur de nombreux secteurs afin de pouvoir intervenir ultérieurement sur certaines zones en fonction des contraintes rencontrées.

La mise en œuvre des actions de gestion préconisées ici permettront de maintenir voire de développer ce bastion qui présente un enjeu important du fait qu'il constitue le principal noyau de population d'Île-de-France. L'Agrion de Mercure faisant partie des espèces d'intérêt communautaire, Natura 2000 peut faciliter cette mise en œuvre. En effet, le site Natura 2000 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents », désigné au titre de la directive Habitat-Faune-Flore, a pour but de protéger les habitats et les espèces d'intérêt communautaire qu'il abrite. Les fonds européens mis à disposition pour Natura 2000 permettent le soutien d'actions de conservation et permet à l'Europe de respecter son engagement à enrayer la perte de biodiversité sur ses territoires. En pratique, le système français de contractualisation basé sur la concertation présente des obstacles. Le financement Natura 2000 n'est versé qu'après la réalisation des travaux de gestion et les signataires doivent avancer les frais. Convaincre les propriétaires et les gestionnaires de mettre en place des contrats Natura 2000 pour la préservation de la biodiversité reste donc délicat.

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*. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie – Ministère de l'agriculture de l'alimentaire et de la forêt – Muséum national d'Histoire naturelle, édition La Documentation française, Paris, 353 pages.
- DIJKSTRA K.-D.B. & LEWINGTON R. (2007). Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, les guides naturalistes, Paris, 319 pages.
- DUPONT P. coord. (2010). Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement - Société Française d'Odonatologie - Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 170 pages.
- FONT M. (2010). Document d'objectifs du site Natura 2000 FR1102014 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents ». Parc naturel régional du Vexin français, Théméricourt, 332 pages.
- GRAND D. & BOUDOT J.P. (2006). Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Édition Biotope, collection Parthénope, Mèze, 480 pages.
- HASSAL C. & THOMPSON D.J. (2012). Study design and mark-recapture estimates of dispersal: a case study with the endangered damselfly *Coenagrion mercuriale*. *Journal of Insect Conservation*, numéro 16, pages 111-120.
- HOUARD X. (2008). Inventaire et diagnostic Habitat de *Coenagrion mercuriale* et recherche *Oxygastra curtisii* - Site Natura 2000 "Risle, Guiel, Charentonne" (27). Conservatoire des sites naturels de Haute-Normandie - Direction Régionale de l'Écologie et du Développement Durable, 40 pages.
- HOUARD X., JAULIN S., DUPONT P. & MERLET F. (2012). Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB – Odonates, Orthoptères et Rhopalocères. Office pour les insectes et leur environnement, 102 pages.
- HOUARD X., MERLET F., LYX D. & PORTE É. (2013). Déclinaison régionale Île-de-France du Plan national d'actions en faveur des Odonates (2013-2017). Office pour les insectes et leur environnement – Société française d'Odonatologie - Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France, 85 pages.
- KELLER D., STRIEN M.J.V., HOLDEREGGER R. (2012). Do landscape barriers affect functional connectivity of populations of an endangered damselfly? *Freshwater Biology*, numéro 57, pages 1373–1384.
- MERLET F. & HOUARD X. (2012). Synthèse bibliographique sur les traits de vie de l'Agriion 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 pages.
- PURSE B. V., HOPKINS G. W., DAY K. J. & THOMPSON D. J. (2003). Dispersal characteristics and management of a rare damselfly. *Journal of Applied Ecology*, numéro 40, volume 4, pages 716-728.

- PURSE B.V. & THOMPSON D.J. (2003) – Emergence of the damselflies, *Coenagrion mercuriale* and *Ceriagrion tenellum* (Odonata : Coenagrionidae) at its northern range margins. *European Journal of Entomology*, numéro 100, pages 93-99.
- Quantum GIS Development Team (2012). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. URL : <http://qgis.osgeo.org>.
- R Development Core Team (2005). R : A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL : <http://www.R-project.org/>.
- ROUQUETTE J. R. (2005). The Ecology and Conservation Requirements of the Southern Damselfly (*Coenagrion mercuriale*) in Chalkstream and Fen Habitats. R&D Technical report W1-066 (Thèse). University of Liverpool UK, 159 pages.
- ROUQUETTE J.R. & THOMPSON D.J. (2007). Patterns of movement and dispersal in an endangered damselfly and the consequences for its management. *Journal of Applied Ecology*, numéro 44, volume 3, pages 692-701.
- THOMPSON D.J. & PURSE B.V. (1999). A search for long-distance dispersal in the Southern Damselfly *Coenagrion mercuriale* (Charpentier). *Journal of the British Dragonfly Society*, volume 15, numéro 2, pages 46-50.
- THOMPSON D.J., ROUQUETTE J.R. & PURSE B.V. (2003a). Ecology of the Southern Damselfly, *Coenagrion mercuriale*. Conserving Natura 2000 Rivers - Ecology Series, numéro 8, English Nature, Peterborough, 22 pages.
- THOMPSON D.J., ROUQUETTE J.R. & PURSE B.V. (2003b). Monitoring the Southern Damselfly, *Coenagrion mercuriale*. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series, numéro 8, English Nature, Peterborough, 17 pages.
- UICN (2011). Liste rouge mondiale. URL : <http://www.iucnredliste.org> (consultation le 1 août 2014)
- UICN (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1.. Deuxième édition, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 32 pages.
- VOCHELET E., PHILIPPEAU A., DOUVILLE C., MORENO K., BOUTEILLER C. (2010). Document d'objectifs du site Natura 2000 FR2300152 « Vallée de l'Epte ». Conservatoire des sites naturels de Haute-Normandie, 4 tomes, 364 pages.
- WATTS P.C. & THOMPSON D.J. (2005). Comparison of levels of genetic diversity of *Coenagrion mercuriale* from Saint-Sulpice-de-Grimbouville, France & the UK. DIREN Haute-Normandie, 8 pages.
- WATTS P.C., ROUSSET F., SACCHERI I.J., LEBLOIS R., KEMP S.J. & THOMPSON D.J. (2006). Compatible genetic and ecological estimates of dispersal rates in insect 1 (*Coenagrion mercuriale*: Odonata: Zygoptera) populations: analysis of 'neighbourhood size' using a more precise estimator. *Molecular ecology*, numéro 16, pages 737-751.
- WENDLER A. & NÜB J.-H. (1997). Libellules, Guide d'identification des libellules de France et d'Europe septentrionale et centrale. Société Française d'Odonatologie, 129 pages.

Annexes

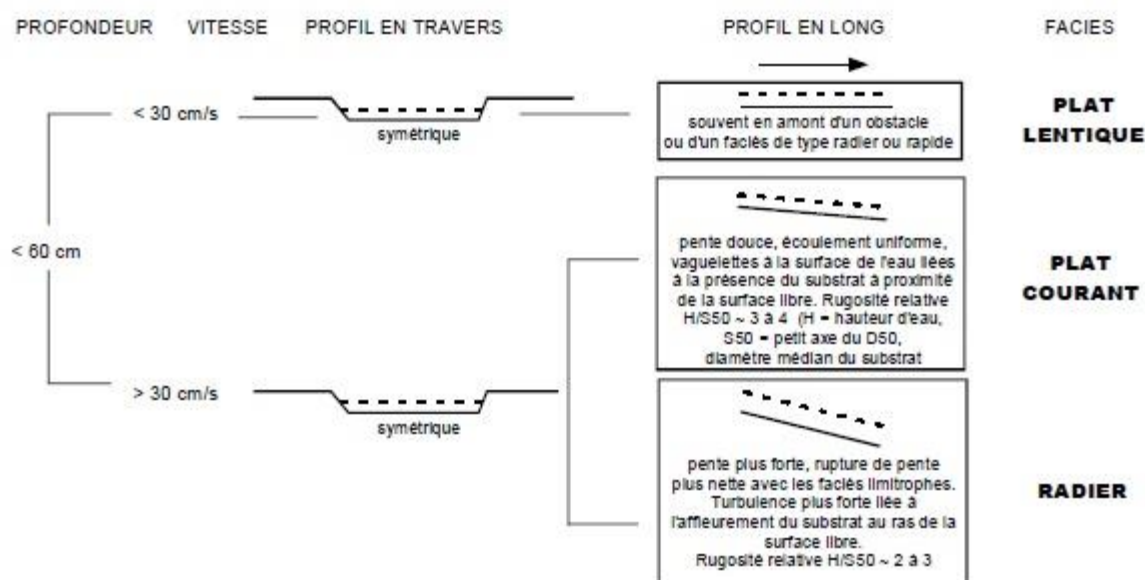
Annexe 2 : Aide pour l'entrée des données d'inventaire de l'Agrion de Mercure et de l'évaluation de l'état de conservation de son habitat

Echelle de Beaufort :

Force	Termes	Vitesse en km/h	Effets à terre (à 10 m de hauteur, en terrain plat et à découvert)
0	Calme	moins de 1	La fumée monte verticalement, les feuilles des arbres ne témoignent aucun mouvement.
1	Très légère brise	1 à 5	La fumée indique la direction du vent, les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	6 à 11	On sent le vent sur le visage, les feuilles s'agitent, les girouettes s'orientent.
3	Petite brise	12 à 19	Les drapeaux flottent au vent, les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	29 à 38	Le tronc des arbustes et arbrisseaux en feuilles balance, la cime de tous les arbres est agitées, des vaguelettes se forment sur les eaux intérieures

L'échelle de Beaufort présentée ici n'est pas complète (elle va jusqu'à la force 12), cependant le vent ne doit pas dépasser la force 5 pour réaliser les inventaires d'odonates.

Clé de détermination des faciès d'écoulement de l'eau :



Sachant que les petits cours d'eau favorables à l'Agrion de Mercure sont peu profonds et possèdent une vitesse d'écoulement peu rapide, les faciès présentés ci-dessus correspondent à ceux que l'on pourra rencontrer dans le cas de zones favorables (c'est-à-dire dont la profondeur est inférieure à 60 cm et où la pente n'est pas très forte).

Annexe 3 : Dépliant de présentation du suivi de l'Agrion de Mercure à destination des agriculteurs

LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE RÉALISÉE

- ◆ Evaluer la qualité du milieu pour l'Agrion de Mercure
- ◆ Inventorier les Agrions de Mercure présents sur le site Natura 2000 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents » afin d'identifier les noyaux de population et les échanges possibles entre eux.
- ◆ Identifier des zones à enjeux où une gestion qui rendrait le milieu favorable à l'Agrion de Mercure est envisageable et permettrait de reconnecter deux populations isolées.
- ◆ Préconiser une gestion favorable à l'espèce :
 - ⇒ Maintenir des zones refuges : il est souhaitable de conserver des zones prairiales extensives en bordure des cours d'eau car elles servent ainsi de site de maturation et de zones refuges.
 - ⇒ Maintenir le régime hydrologique en limitant les captages d'eau et en luttant contre l'abaissement des nappes alluviales.
 - ⇒ Maintenir ou améliorer la qualité physico-chimique de l'eau : l'Agrion de Mercure est très exigeant vis-à-vis de la qualité de l'eau, il est donc important de contrôler l'usage des fertilisants agricoles afin de préserver les cours d'eau de l'eutrophisation.
 - ⇒ Lutter contre la fermeture complète des cours d'eau : débroussailler les secteurs trop fermés, entretenir les milieux ouverts et limiter l'accès excessif du bétail aux cours d'eau. Attention cependant à conserver la végétation herbacée qui constitue l'habitat de l'espèce, il ne faut retirer que les broussailles ombrageant le cours d'eau.
 - ⇒ Protéger l'habitat larvaire lors de l'extraction des sédiments des fossés agricoles : il convient de le réaliser de manière douce et irrégulière en intervenant que sur une des berges ou en laissant des tronçons sans intervention.

La période la plus favorable aux travaux sur les cours d'eau est de septembre à novembre.

CONTACTS

Le Parc naturel régional du Vexin français

Céline PRZYSIECKI
Animatrice du site Natura 2000 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents »
☎ : 01 34 48 66 09
c.przysiecki@pnr-vexin-francais.fr

Évée MAUTRET
Stagiaire chargée de l'inventaire de l'Agrion de Mercure sur le site Natura 2000 « Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents » pour la saison 2014
☎ : 06 71 61 76 95
e.mautret@pnr-vexin-francais.fr

L'Office pour les insectes et leur environnement

☎ : 01 30 44 13 43
opie@insectes.org

Parc naturel régional du Vexin français

**SUIVI DE L'AGRION DE MERCURE SUR LE SITE
NATURA 2000
« VALLÉE DE L'EPTÉ FRANCIENNE ET SES
AFFLUENTS »**



OPIE



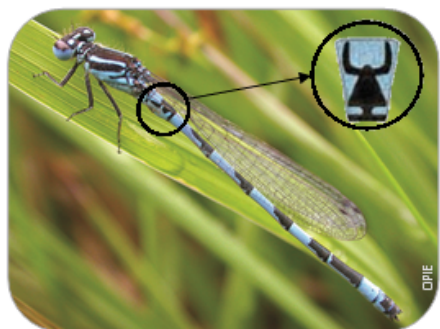


l'Europe
engagée
en Ile-de-France
avec le PADER

UNE AUTRE VIE S'INVENTE ICI



PRÉSENTATION



Nom latin : *Coenagrion mercuriale*

Taille : de 27 à 31 millimètres

Coloration : Mâles : bleu - Femelles : verdâtre

Détermination des mâles : dessin noir sur le second segment de l'abdomen en forme de 'casque gaulois' proche du symbole du mercure d'où le nom qui lui a été donné.

Biologie de l'espèce :

- Stade larvaire vivant dans le milieu aquatique (ce stade dure 2 ans en Île-de-France)
- Emergence (de mai à juillet) : Les larves quittent l'eau en montant sur la végétation émergente puis sortent de leur enveloppe larvaire et développent leur corps adulte.
- Maturation : Les jeunes adultes quittent le voisinage de l'eau et trouvent un site dans les prairies environnantes pour leur maturation.
- Reproduction : Les individus reviennent ensuite à proximité du ruisseau pour s'accoupler dans les touffes de végétation lors des jours chauds et ensoleillés.
- Ponte : Une fois fécondée, la femelle, souvent accompagnée du mâle, insère ses œufs dans les tiges de petites plantes aquatiques sous le niveau de l'eau.

HABITAT NATUREL



Ru en excellent état de conservation

Habitat naturel des larves

Les larves d'Agrion de Mercure sont présentes dans des cours d'eau permanents, aux eaux peu profondes, assez lentes et de faible débit avec une végétation aquatique développée.

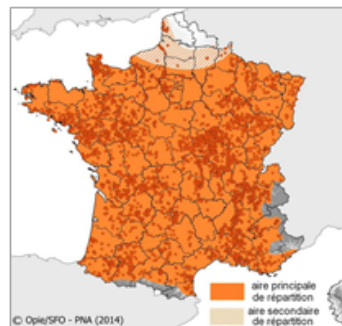
Habitat naturel des adultes

L'espèce a besoin de zones de végétation herbacée rivulaire ensoleillées ou de plantes aquatiques émergentes.

Répartition géographique

L'Agrion de Mercure est présent en Europe du sud-ouest. Une importante régression de l'espèce est constatée au nord de son aire de répartition.

En France, l'espèce est bien répandue mais est plus rare au nord du pays. En Île-de-France, elle est classée « en danger d'extinction ».



MENACES

La perte d'habitat est la principale menace pesant sur les populations d'Agrion de Mercure. Celle-ci peut être induite par :

- l'intensification des pratiques agricoles,
- l'embroussaillage des rives ombrageant le cours d'eau,
- la gestion drastique (faucardage et extraction des sédiments réalisés en période de vol de l'espèce ou touchant l'ensemble du linéaire occupé par cette dernière),
- l'assèchement des cours d'eau,
- le drainage des zones humides,
- la pollution par les rejets de produits chimiques ou par la présence régulière de nutriments qui conduisent à l'eutrophisation des eaux,
- l'évolution du climat avec un réchauffement global peut aussi être une menace pour l'espèce en provoquant l'augmentation et l'allongement des périodes de sécheresse.



Cours d'eau eutrophisé et abandonné



De plus, la fragmentation des habitats naturels de l'Agrion de Mercure isole des groupes d'individus à cause de leur faible capacité de dispersion. En effet, les déplacements sont souvent inférieurs à 100 mètres au cours de la vie d'un Agrion (au maximum 1,5 à 3 kilomètres) et se font principalement dans l'axe du cours d'eau dans des milieux favorables (ils sont perturbés en présence de barrières naturelles comme des haies ou des boisements rivulaires ou par les zones urbaines).

→ Il convient donc de limiter la fragmentation des habitats propices à l'espèce et de protéger des corridors permettant ses déplacements.

Annexe 4 : Tableaux des corrélations entre les variables

Variables conditionnant la détectabilité de l'espèce :

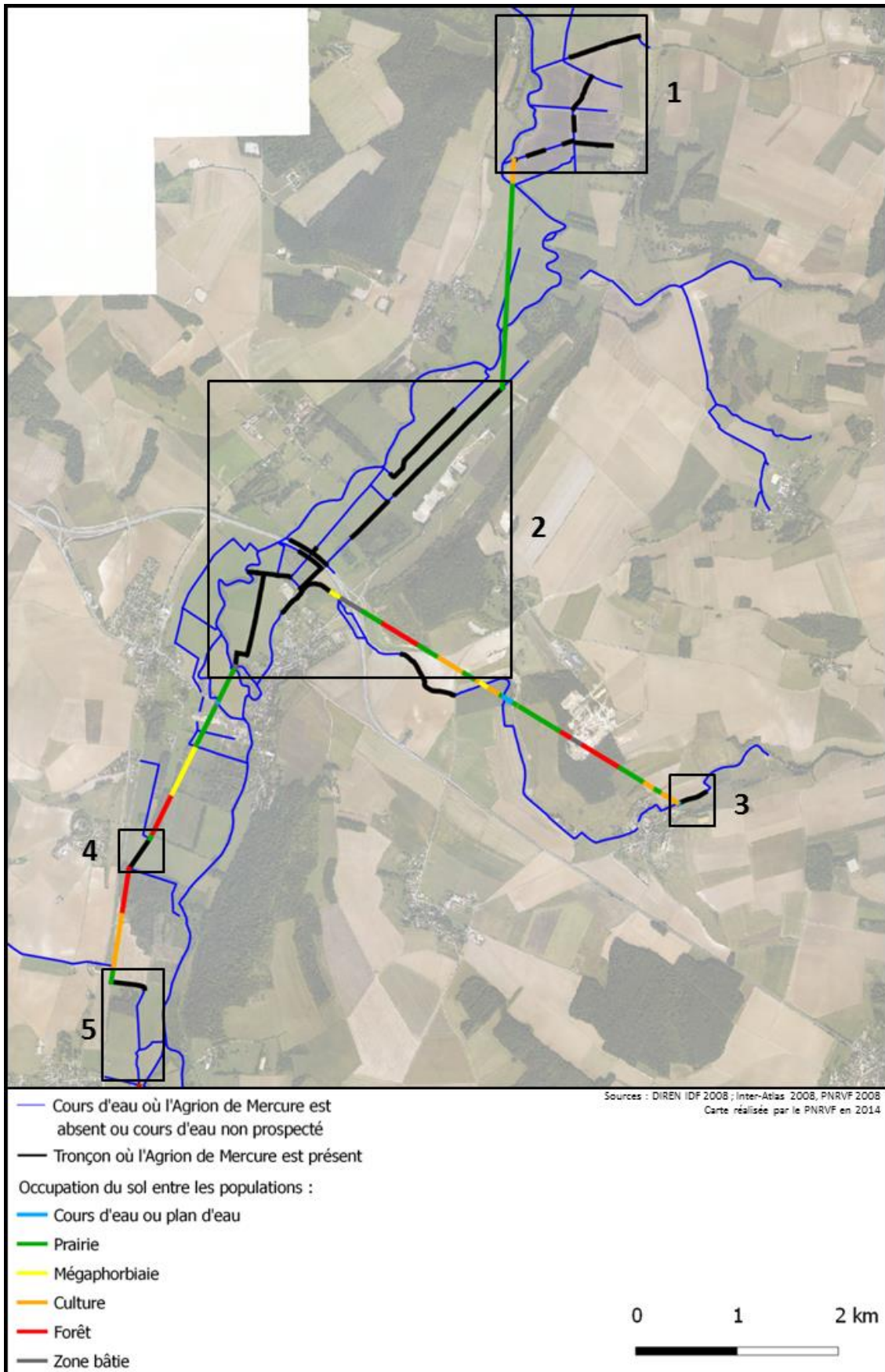
Variables	JOUR	HEURE	VENT	NUAGE	TEMPERATURE
JOUR	/	9.547e-09	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
HEURE	/	/	0.15	0.1513	0.344
VENT	/	/	/	2.965e-14	3.212e-08
NUAGE	/	/	/	/	< 2.2e-16
TEMPERATURE	/	/	/	/	/

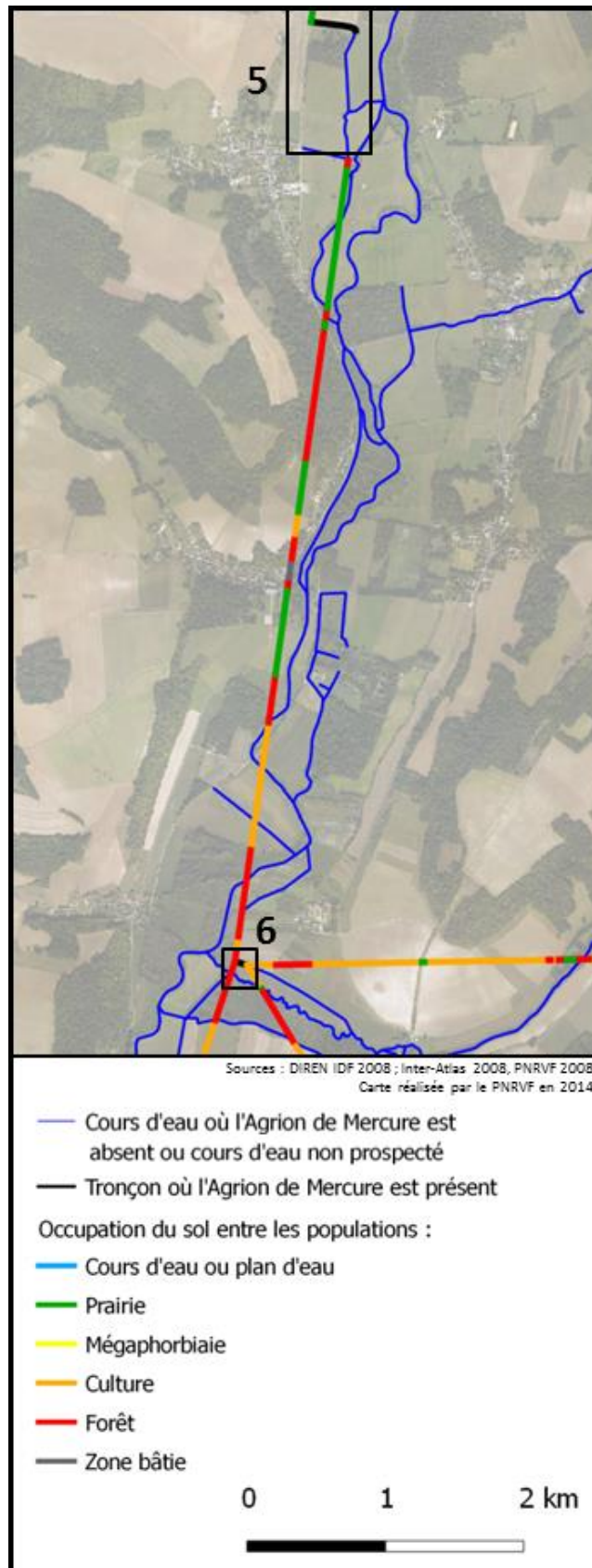
 significatif
 pas significatif

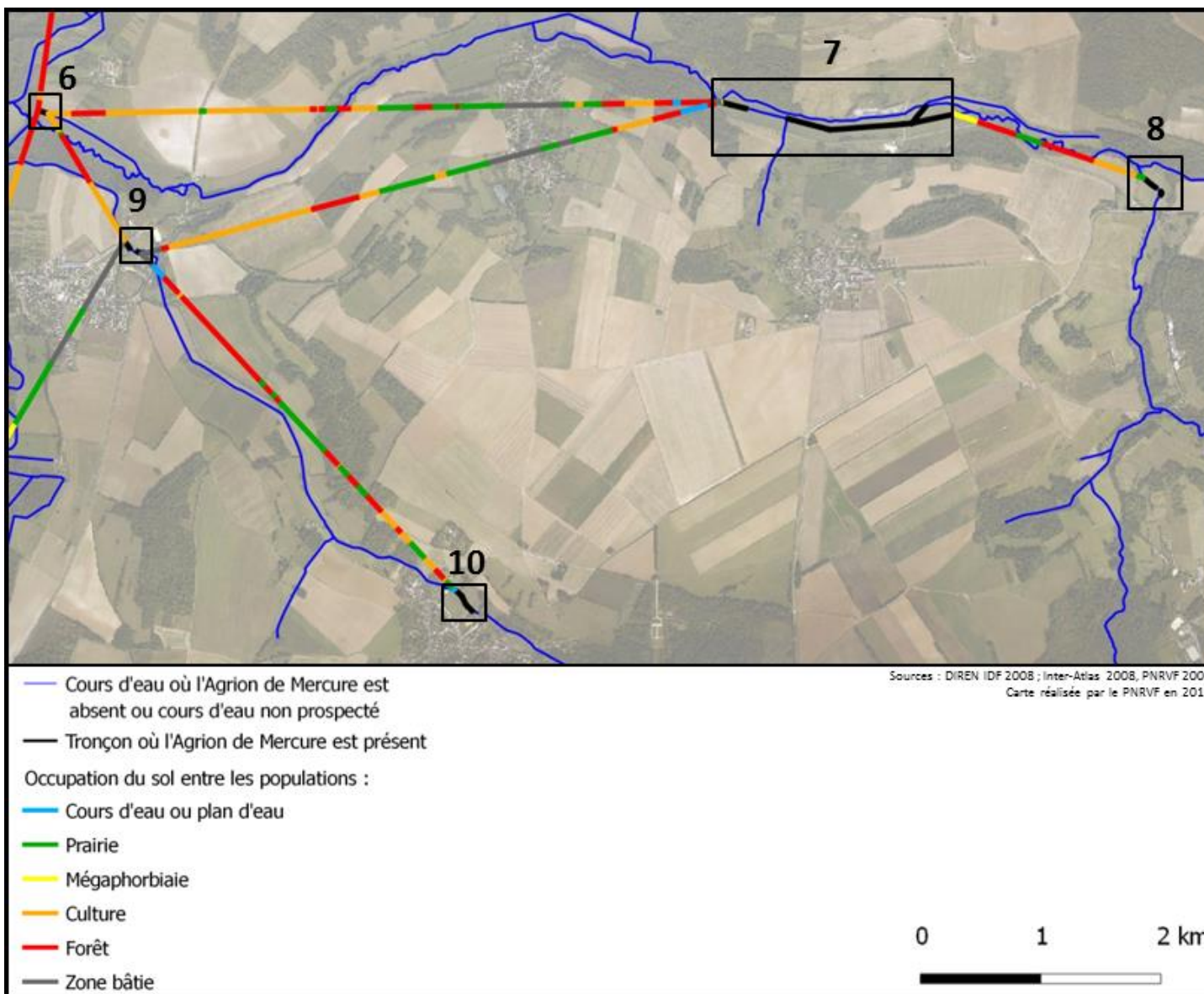
Variables conditionnant l'habitat de l'espèce :

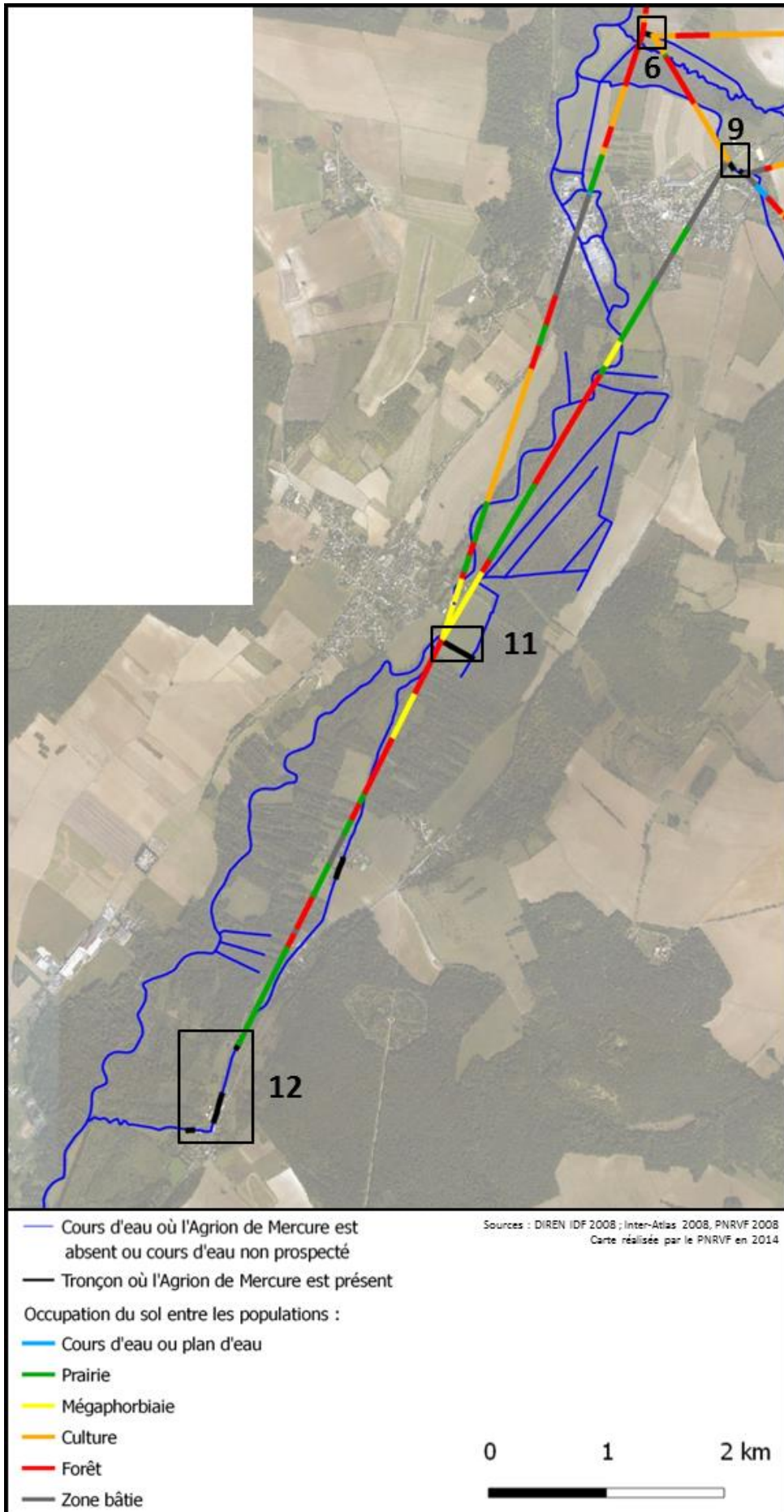
Variables	LARGEUR	HAUTEUR	OCCUPATION	ECOULEMENT	POLLUTION	HERBIERS	RIPISYLVE	PENTE
LARGEUR	/	< 2.2e-16	0.4188	1.076e-08	1.36e-06	0.0168	9.197e-11	0.681
HAUTEUR	/	/	0.1306	6.459e-16	0.001178	0.0006877	8.518e-10	0.8855
OCCUPATION	/	/	/	1.607e-11	1.436e-10	1.368e-10	2.145e-08	3.00e-04
ECOULEMENT	/	/	/	/	1.049e-12	2.605e-08	0.009324	2.282e-07
POLLUTION	/	/	/	/	/	9.193e-05	0.000245	2.454e-15
HERBIERS	/	/	/	/	/	/	< 2.2e-16	3.542e-14
RIPISYLVE	/	/	/	/	/	/	/	0.03781
PENTE	/	/	/	/	/	/	/	/

Annexe 5 : Cartes représentant l'occupation des sols sur la ligne droite reliant les populations deux à deux



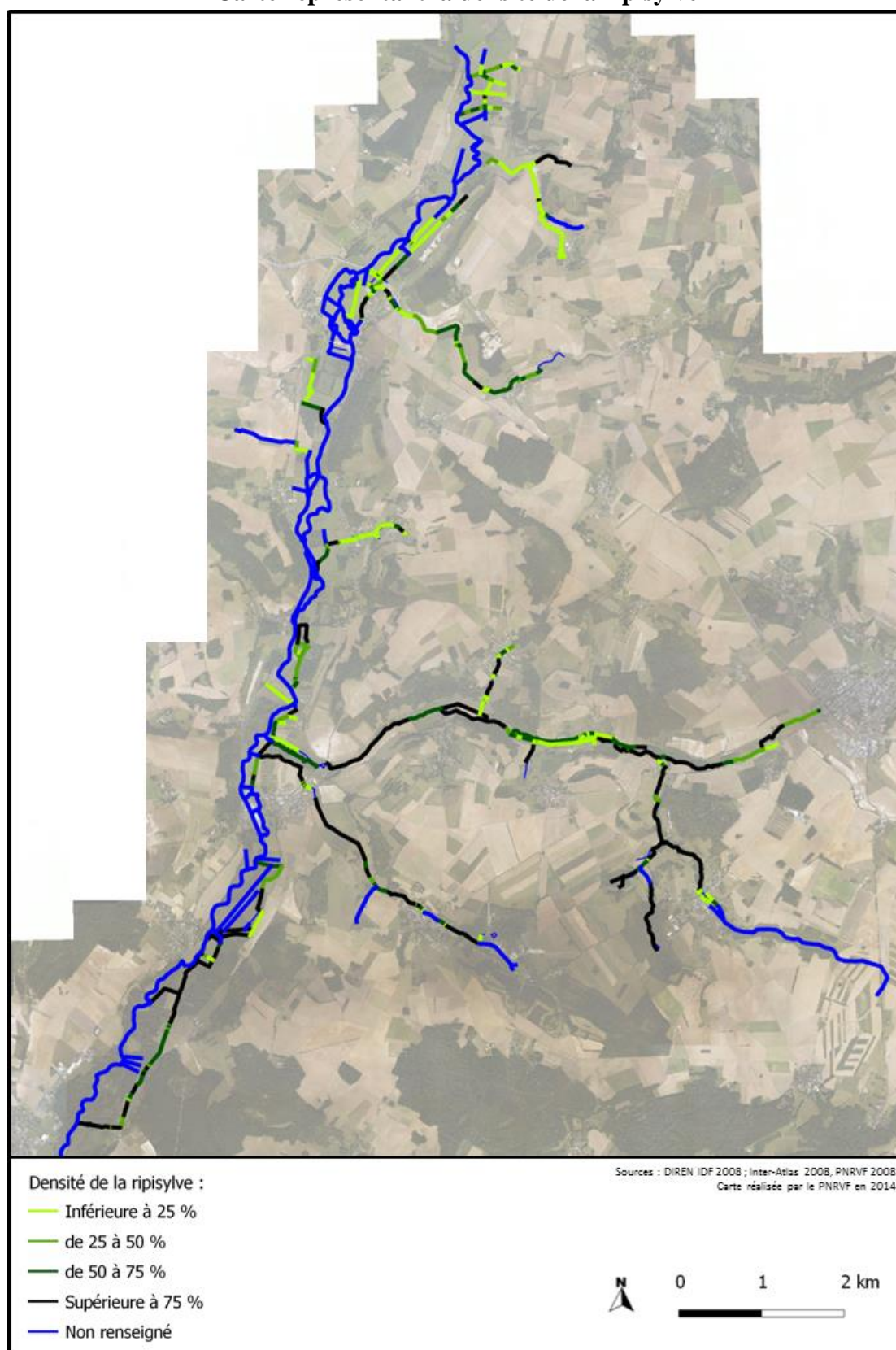




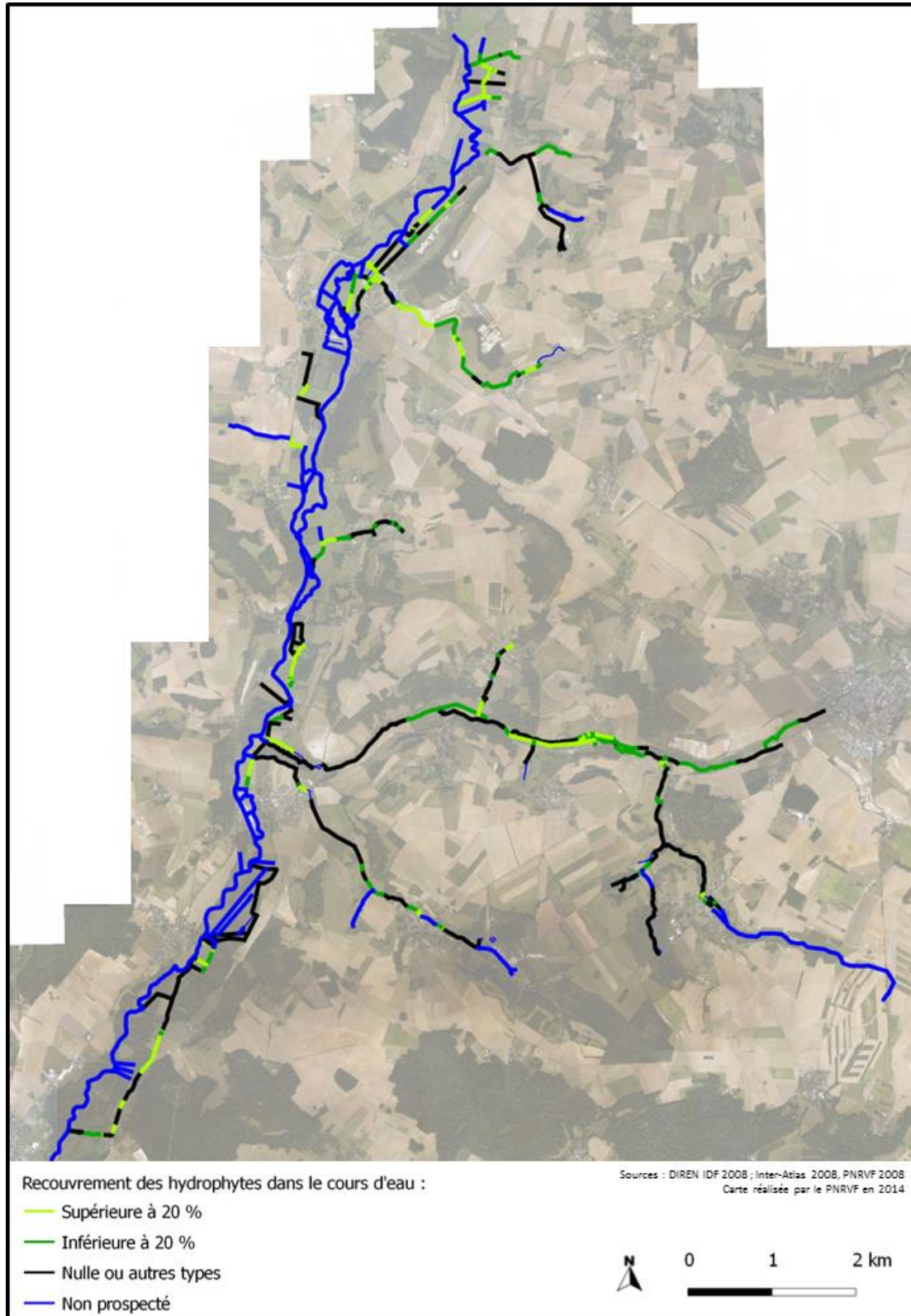


Annexe 6 : Cartes des paramètres de l'habitat conditionnant la présence de l'Agrion de Mercure

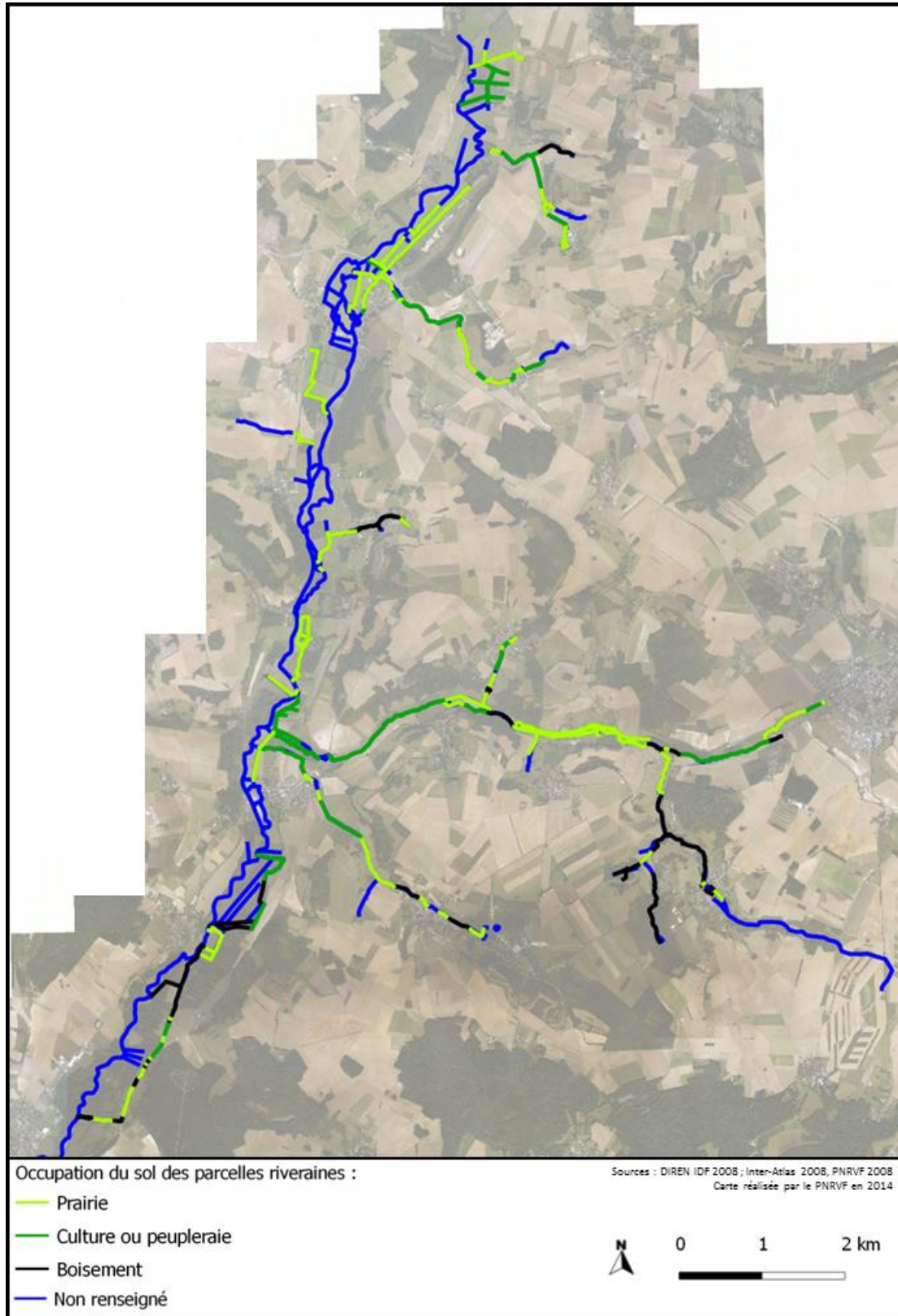
Carte représentant la densité de la ripisylve



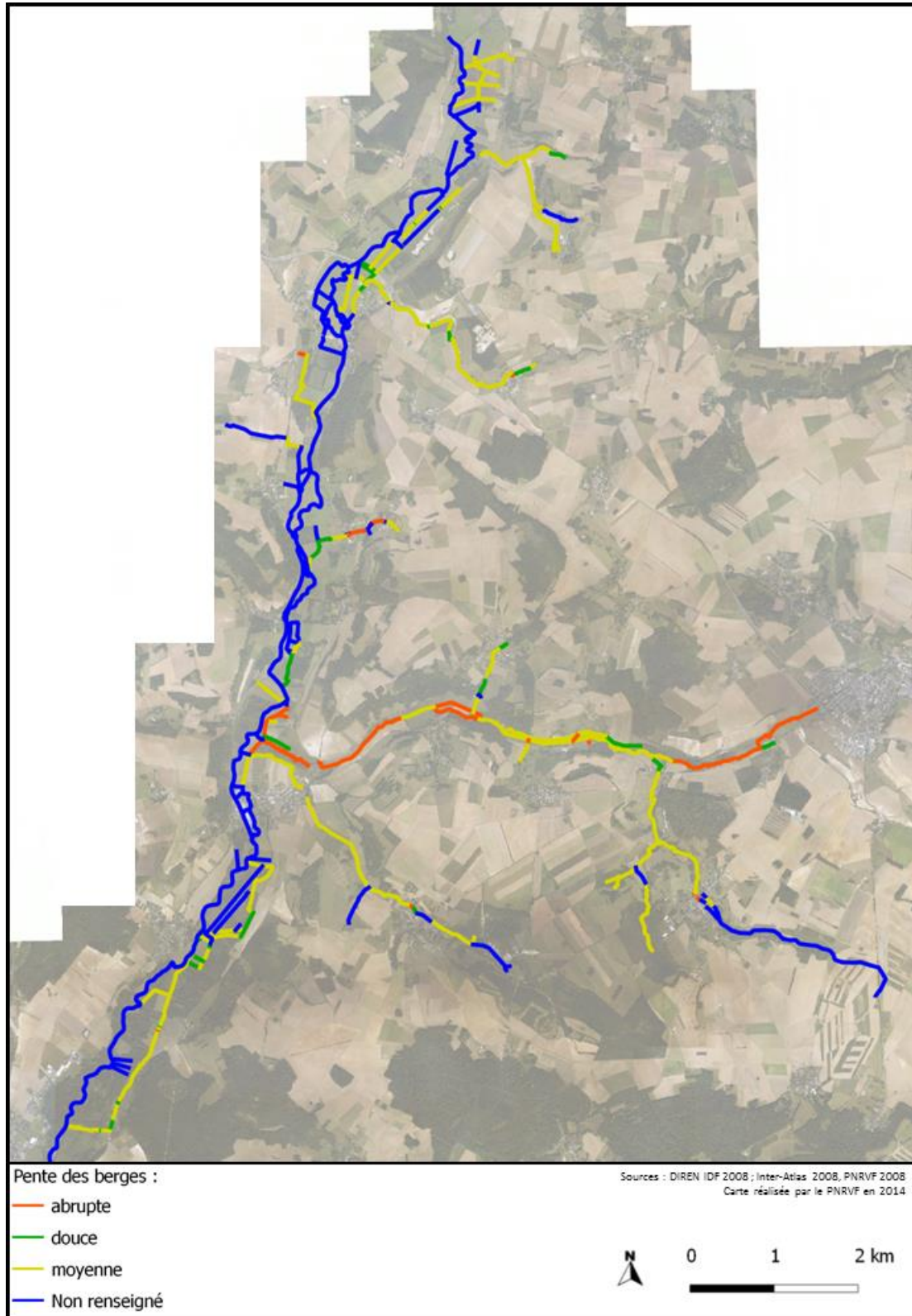
Carte représentant le recouvrement des hydrophytes dans le cours d'eau



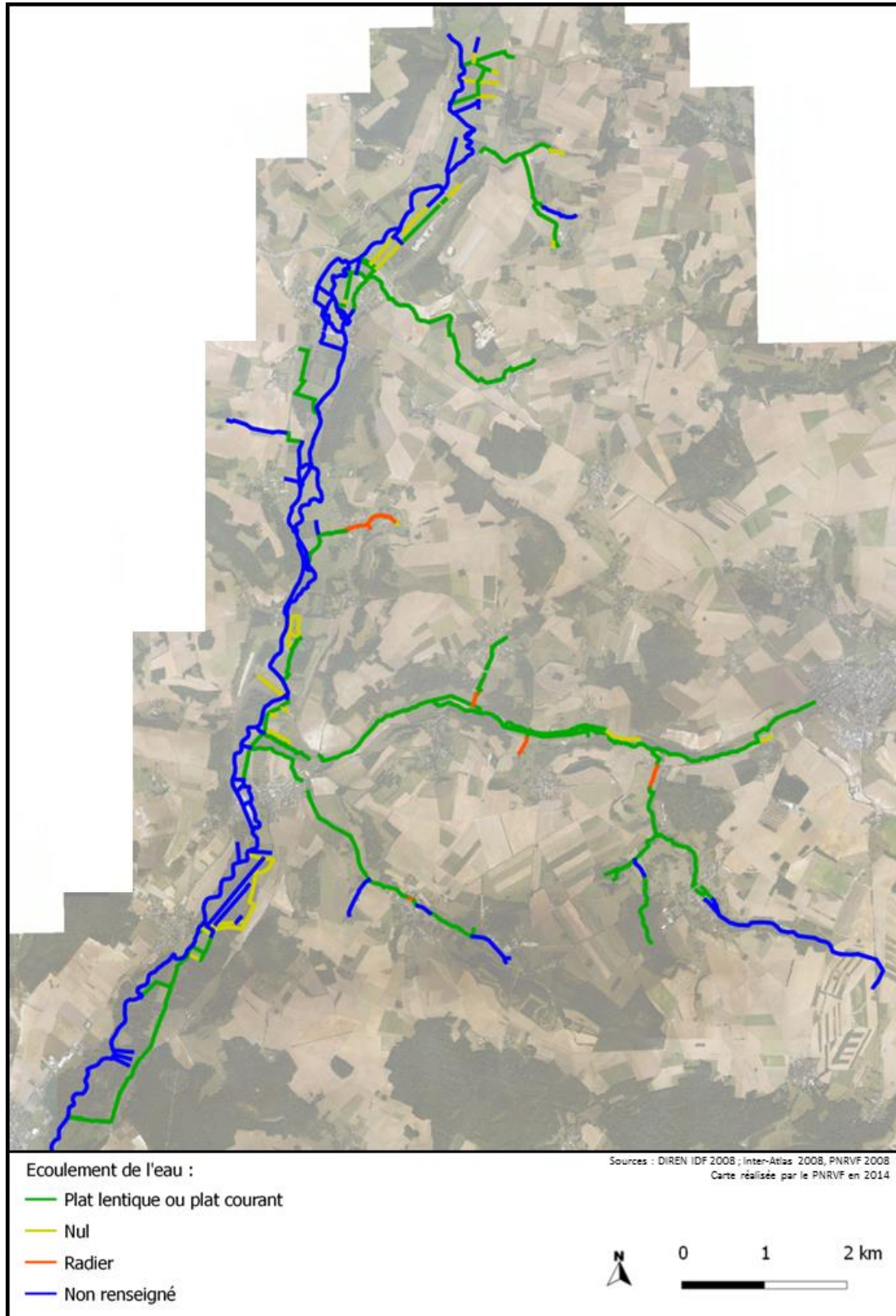
Carte représentant l'occupation du sol des parcelles riveraine du cours d'eau



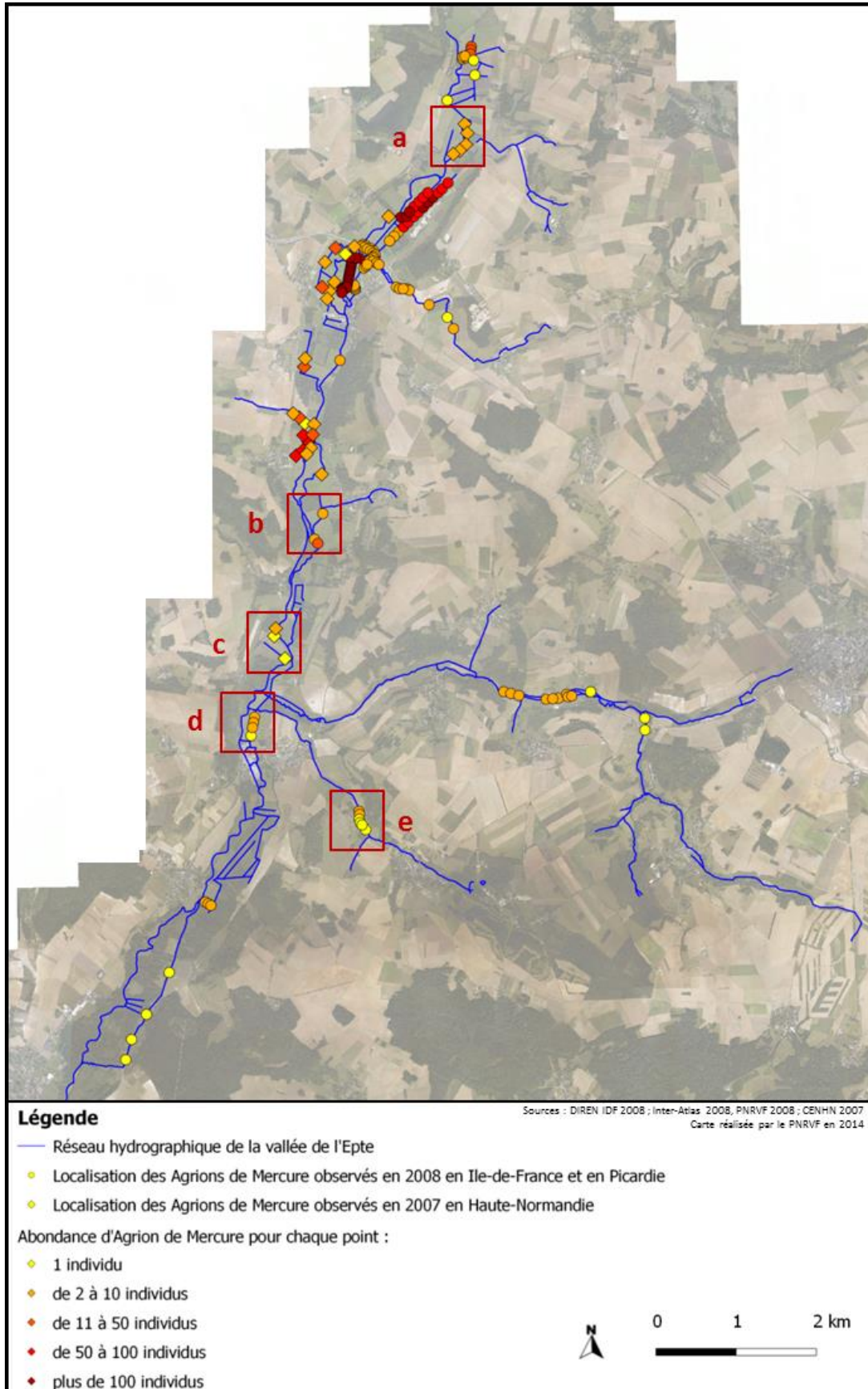
Carte représentant la pente des berges sur les tronçons prospectés



Carte représentant l'écoulement de l'eau sur les tronçons prospectés



**Annexe 7 : Inventaires de l'Agrion de Mercure réalisés dans l'Eure (2007)
et dans le Val d'Oise et l'Oise (2008)**



Annexe 8 : Préconisations de gestion en faveur de l'Agrion de Mercure

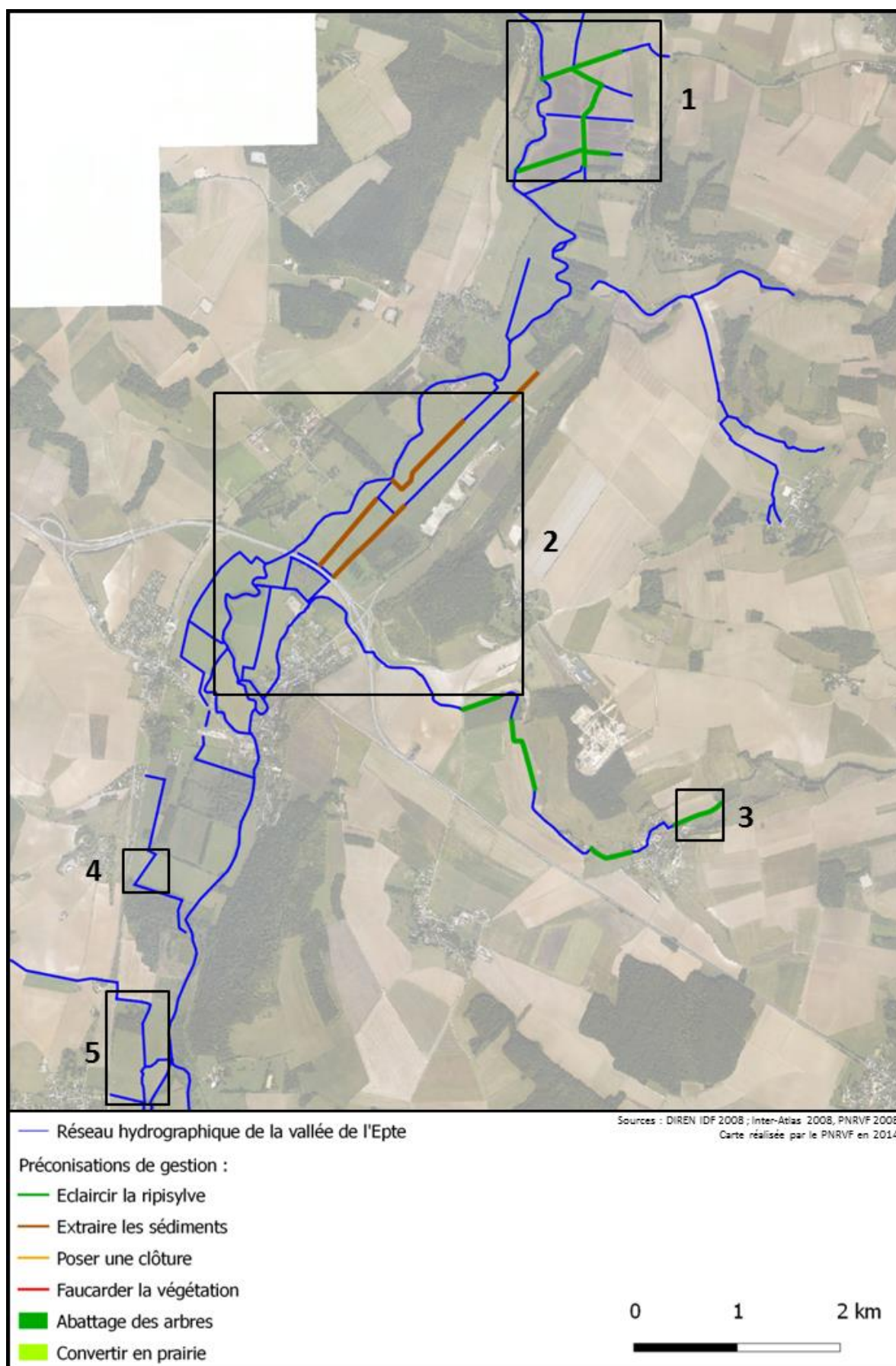
Tableau décrivant les préconisations de gestion sur l'habitat de populations existantes

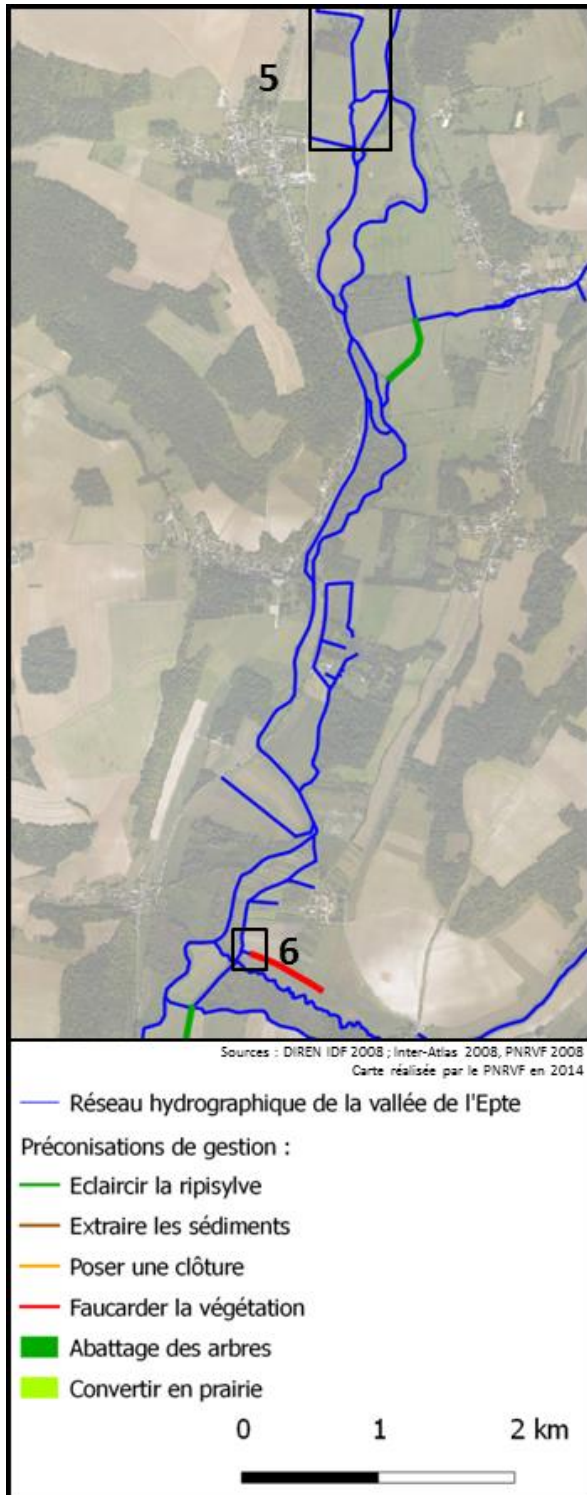
Habitat des populations :	Préconisation de gestion
1	Eclaircir la ripisylve sur les zones ombragées et réduire l'utilisation de produits phytosanitaires
2	Sur la partie de la population au nord, extraire les sédiments des fossés pour améliorer l'écoulement de l'eau
3	Eclaircir la ripisylve sur les zones ombragées
4	Conserver l'habitat en l'état
5	Conserver l'habitat en l'état
6	Faucarder la végétation de type hygrophyte qui recouvre le fossé pour agrandir la zone favorable qui est très restreinte
7	Conserver l'habitat en l'état
8	Eclaircir la ripisylve de part et d'autre de la population pour agrandir la zone favorable qui est très restreinte
9	Eclaircir la ripisylve sur les zones ombragées
10	Conserver l'habitat en l'état
11	Poser une clôture pour limiter à un seul endroit l'accès des bovins au cours d'eau (car le piétinement dégrade le milieu)
12	Eclaircir la ripisylve sur les zones ombragées

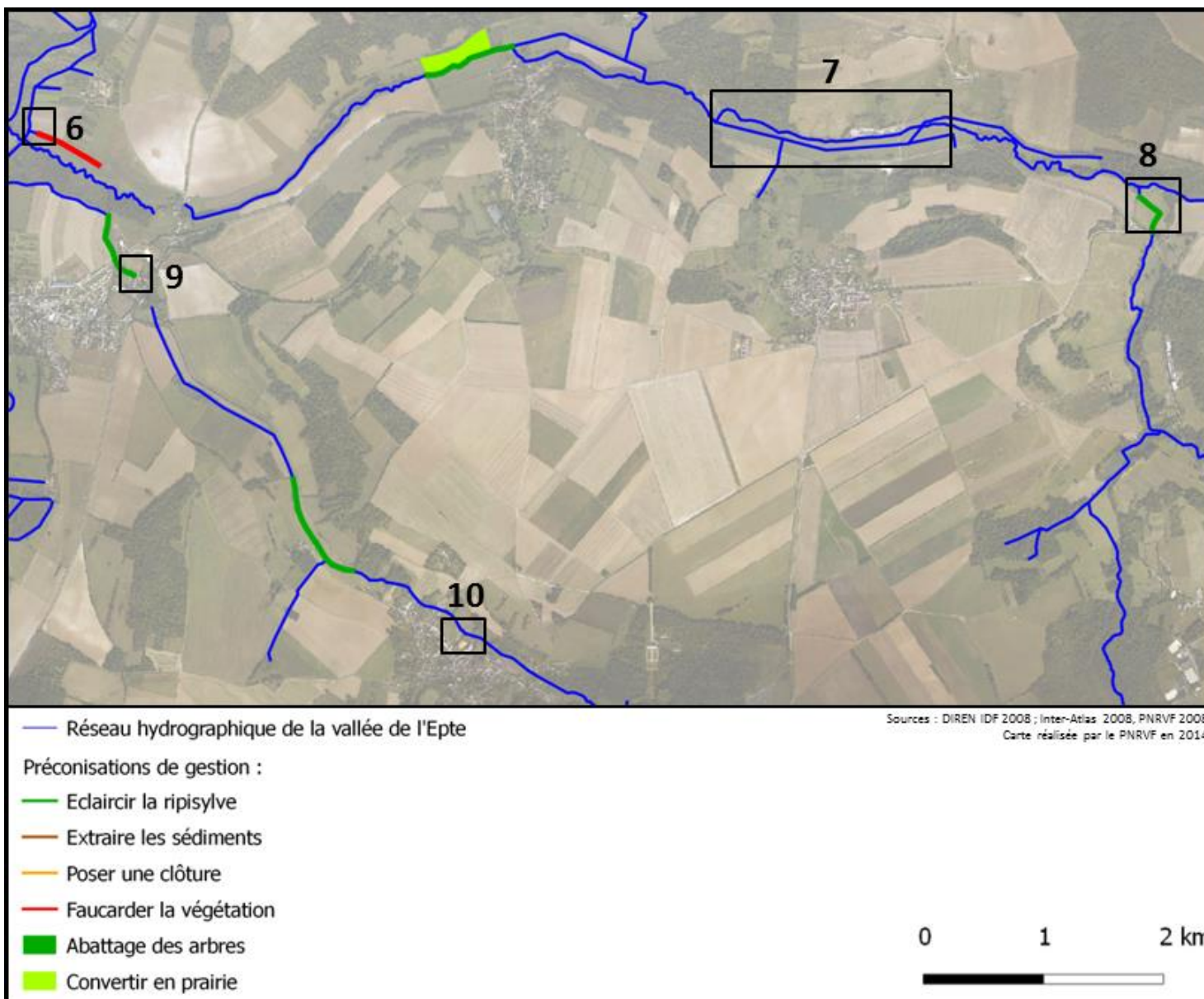
Tableau décrivant les préconisations de gestion sur l'habitat entre les populations

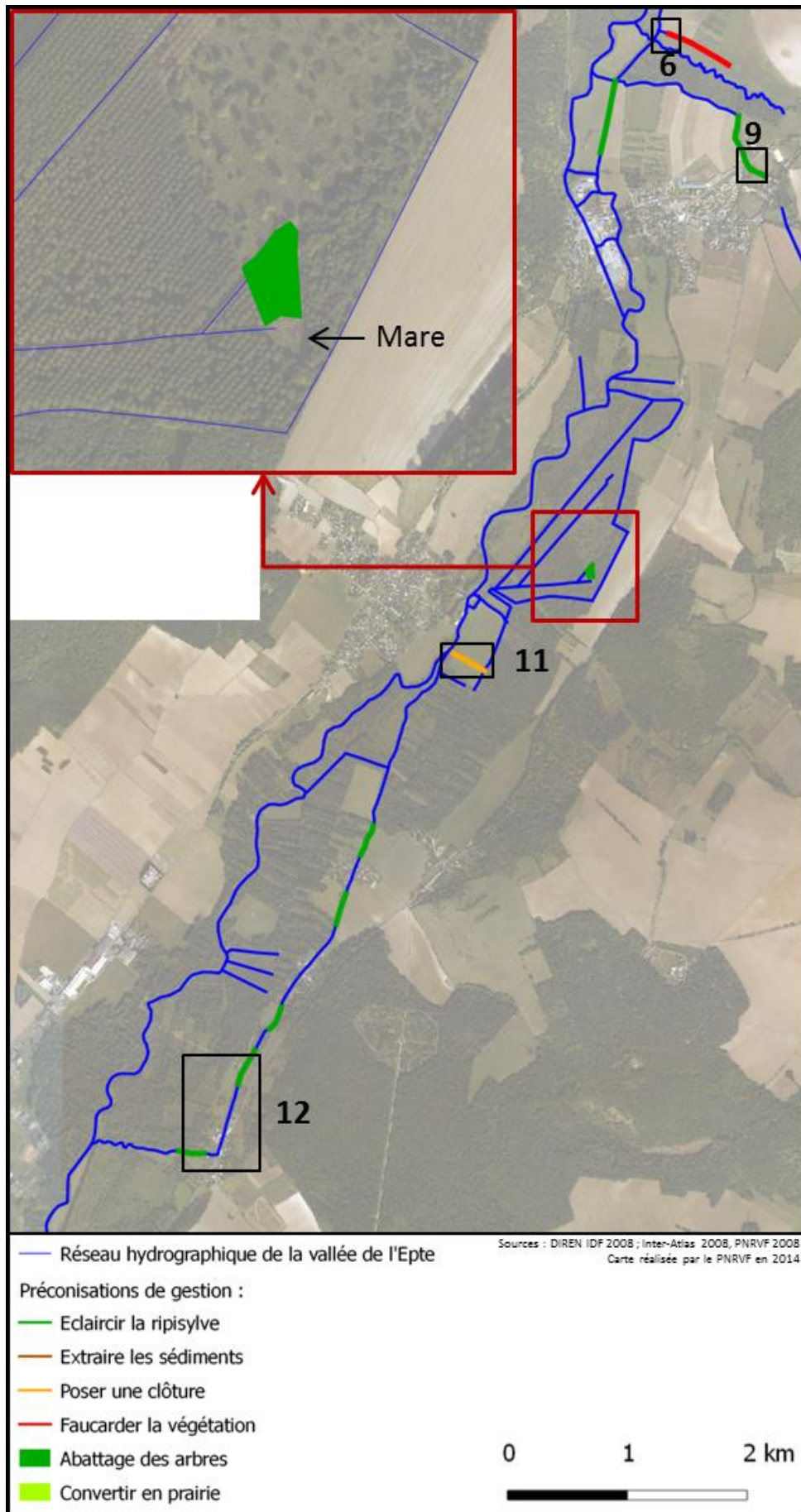
Habitat entre les populations :	Gestion
1 / 2	Pas d'intervention nécessaire
2 / 3	La présence de milieux favorables intermédiaires pourrait permettre qu'il y ait des échanges mais très restreints : intervenir le long du Cudron en éclaircissant la ripisylve sur les zones ombragées qui pourraient être favorables.
2 / 4	Pas d'intervention nécessaire
4 / 5	Pas d'intervention nécessaire
5 / 6	Présence d'une zone favorable intermédiaire qui est inoccupée actuellement. Eclaircir la ripisylve au niveau du ru de Montreuil-sur-Epte pour créer un autre milieu intermédiaire.
6 ou 9 / 7	Aménager une zone favorable sur l'Aubette : éclaircir la ripisylve, agrandir la bande enherbée ou transformer en prairie une parcelle proche et adoucir la pente des berges.
7 / 8	Pas d'intervention nécessaire
6 / 9	Présence d'une zone favorable intermédiaire (là où il y avait la population "d" en 2008 : annexe 7). Il est probable que l'Agrion de Mercure ai disparu à cause d'un curage récent de cette zone, sans doute peut-il recoloniser rapidement grâce aux petites populations proches (6 et 9). Pour améliorer l'habitat, il est possible d'éclaircir la ripisylve sur cette zone.
9 / 10	Une population intermédiaire était présente en 2008 (la population "e"). Elle a sûrement disparu à cause du développement de la ripisylve. Il convient donc d'éclaircir la ripisylve au niveau des prairies de part et d'autre de la route qui passe au-dessus du ru de Chaussy.
6 ou 9 / 11	L'espèce a déjà été observée dans le marais de Frocourt sur une mare issue d'une source (2005 : reproduction et nombreux individus, 2012 : 1 individu). Il serait donc possible de reconnecter la mare à la mégaphorbiaie situé à proximité en coupant la bande arborée qui les séparent.
11 / 12	Eclaircir la ripisylve sur les sites relais pour permettre de maintenir les échanges.

Cartes représentant la localisation des tronçons visés par les préconisations de gestion









Liste des abréviations :

DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

DOCOB : Document d'objectif

Opie : Office pour les insectes et leur environnement

PNA : Plan national d'actions

PRA : Plan régional d'actions

SIG : Système d'Information Géographique

TVB : Trame verte et bleue

VIF : Variance Inflation Factor (Facteur d'inflation de la variance)

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

¹ Hétérométabole : se dit des insectes dont la morphologie des adultes est différente de celle des larves, mais chez qui le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait directement sans stade nymphal.

² Sténotherme : qualifie les organismes ne tolérant que des variations de température de faible amplitude autour des valeurs moyennes.

³ Semi-voltine : se dit d'une espèce pour laquelle il faut plus d'un an pour qu'une génération se développe.

⁴ Hélophytes: désigne les plantes semi-aquatiques dont l'appareil végétatif et reproducteur est totalement aérien et dont les racines ou rhizomes se développent dans la vase ou dans une terre gorgée d'eau.

⁵ Sténoèce : désigne les êtres vivants qui présentent une faible capacité d'adaptation lors de variations de facteurs écologique propre à leur habitat et qui présentent donc une niche écologique étroite et sont souvent cantonnées à un petit nombre de milieux.

⁶ Alcalin : au pH basique (les cours d'eau sur sols roches riches en calcaire sont alcalins).

Résumé

Dans le contexte actuel de régression des zones humides dû à l'intensification de l'agriculture et à l'urbanisation croissante, l'étude et la préservation des Odonates liés à ces milieux sont fondamentales. C'est pourquoi un Plan national d'action en faveur de ceux-ci a été mis en place. L'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) est une espèce d'intérêt communautaire visé par ce plan et dont le principal noyau de population d'Île-de-France se situe dans la vallée de l'Epte sur le site Natura 2000 «Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents». Par conséquent, l'étude présentée ici a été mise en place afin d'actualiser les données d'inventaire de l'Agrion de Mercure sur ce site à forts enjeux. En parallèle, une évaluation de l'état de conservation des habitats pour l'espèce a été réalisée pour estimer les potentialités du site. Les résultats font donc état des populations actuelles et des échanges possibles entre elles. Ceci a été possible grâce à la confrontation des données (distance entre les populations et nature des milieux les séparant) avec les connaissances sur l'espèce qui est très sensible à la fragmentation de son habitat du fait de ses faibles capacités de dispersion. D'autre part, l'influence des différents éléments constituant l'habitat sur la présence de l'espèce a été analysée et permet de faire des préconisations de gestion adaptées afin d'améliorer l'habitat des populations existantes et de créer des nouveaux habitats permettant de reconnecter des populations isolées. La mise en œuvre de ces actions va être favorisée par la présence du site Natura 2000 et va permettre de consolider ce noyau de population.

Abstract

In the current context of agricultural intensification and growing urbanization that are responsible for wetlands decline, study and preservation of Odonates linked to these natural environments are fundamental. That's why a National action plan in their favor has been set. The Southern Damselfly (*Coenagrion mercuriale*) is a species of Community interest aimed by this plan. Its main Île-de-France population is situated in the Epte valley on the Natura 2000 area «Vallée de l'Epte francilienne et ses affluents». Therefore, this study has been set in order to update the Southern Damselfly inventory database on this high stakes area. In the meantime, the conservation status of habitats has been evaluated to estimate the area's potentialities. The results put forward the current populations and their possible exchanges. This was made possible by confronting the data (distance between populations and nature of the natural environments) to the knowledge we have on this species: indeed, it is very sensitive to its habitat fragmentation because of its low dispersal abilities. On the other hand, we analyzed the influence of habitat's characteristics on species' presence in order to recommend adapted management. This should allow to improve existing population habitats and to create new habitats that would reconnect isolated populations. The implementation of these actions will be made easier by the Natura 2000 area and will strengthen this bastion.