

2014-2015

Rapport de stage
Master 2 Ecologie Environnement
Spécialité Zones humides continentales
et littorales : écologie, éco-ingénierie

Etude de l'occupation de l'espace et des déplacements de deux espèces utilisées pour la cohérence nationale des Trames Verte et Bleue : *Leucorrhinia caudalis* et *Emys orbicularis*



Le Naour Aurélia |

Sous la direction de |
M. Baeta Renaud & M. Sansault Eric

Structure d'accueil
A.N.E.P.E. Caudalis

9 Rue du Nouveau Calvaire
37100 TOURS

CAUDALIS
ASSOCIATION NATURALISTE D'ÉTUDE ET DE PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES

Soutenu publiquement le :
11/09/2015

Université d'Angers
Faculté des Sciences

2 boulevard Lavoisier
49045 Angers

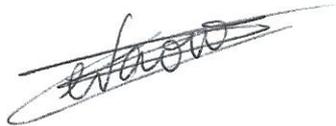
**ua université
angers**



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné (e) Aurélia LE NAOUR,
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un
document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation
des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer
toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

Signature :



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier mes deux responsables de stage Renaud Baeta et Eric Sansault de l'association ANEPE Caudalis pour m'avoir offert la possibilité de réaliser ce stage. Je les remercie pour leur accueil et pour tout ce qu'ils ont pu m'apprendre sur le terrain en dehors du cadre du stage. Merci à eux pour ce partage de connaissances. Je les remercie également pour m'avoir fait connaître la bonne ambiance de l'association, notamment grâce aux mardis bien populaires.

Je remercie Mathieu qui a été significativement efficace durant ce stage.

Merci également à Sylvain Pincebourde de l'IRBI pour la collaboration Odonates.

Merci aux propriétaires des étangs : la mairie de Tours, M. Couturier, membre de l'ONF à Preuilley-sur-Claise, M. Chaboisson, et le propriétaire des étangs du sud Touraine.

Mes remerciements aux partenaires financiers : la DREAL Centre, la Communauté de Communes de la Touraine du Sud et la Fondation LISEA biodiversité et le Conseil Général 37.

Je remercie la Réserve naturelle de Chérine à Mézière-en-Brenne (36) pour le prêt des pièges, ainsi que Thomas stagiaire à l'IRBI pour le prêt du fil de cuivre.

Mes remerciements à Emilie Deschamps et aux deux membres de l'Irstea de Lyon pour nous avoir aidés lors des relevés d'exuvies. Je remercie aussi Justine qui a participé à la recherche des tortues avec nous sur les derniers jours.

Sommaire

INTRODUCTION	1
MATERIELS & METHODES	6
1. SITES D'ETUDE	6
2. PROTOCOLES ET SUIVIS DES INDIVIDUS	7
2.1. Protocole et suivi des immatures des Leucorrhines.....	7
2.2. Protocole et suivi des Cistudes d'Europe	9
3. CARACTERISATION DE L'HABITAT	11
4. ANALYSE DES DONNEES	12
4.1. Analyses réalisées pour le suivi des Leucorrhines	12
4.1.1. Etude du déplacement des immatures au cours du temps.....	12
4.1.2. Analyse de la distribution des individus immatures	12
4.1.3. Etude de la zone de maturation.....	12
4.2. Analyses réalisées pour le suivi des Cistudes	13
4.2.1. Etude de la taille du domaine vital	13
4.2.2. Etude de l'habitat des Cistudes d'Europe	13
RESULTATS	14
1. RESULTATS DU SUIVI DES LEUCORRHINES	14
1.1. Analyse des déplacements des immatures	14
1.2. Distribution des individus sur le site d'étude.....	15
1.3. Analyse de l'habitat utilisé par les immatures	15
1.3.1. Composition paysagère de la zone de maturation	15
1.3.2. Influence des habitats sur la présence des immatures.....	16
2. RESULTATS OBTENUS POUR LES CISTUDES D'EUROPE.....	16
2.1. Etude de la taille des domaines vitaux.....	17
2.2. Analyses des habitats fréquentés par la Cistude d'Europe	17
2.2.1. Proportions des habitats au sein du domaine vital à l'aide des différentes méthodes.....	17
2.2.2. Sélection d'habitats	18
DISCUSSION	20
BIBLIOGRAPHIE.....	26

Table des figures et tableaux

Figures

Figure 1. Schématisation du transpondeur passif fabriqués pour le suivi des Leucorrhines (A). Photographie du système posé sur l'individu D6 (femelle) (B).....	8
Figure 2. Cartographie des parcours effectués lors des prospections	8
Figure 3. Photographies des deux types de pièges utilisés.....	9
Figure 4. Les différentes phases de construction du système.....	10
Figure 5. Pose du GPS n°150_099 sur un l'individu n°32 (femelle) à l'aide la colle EPOXY.....	11
Figure 6. Points de détection des Leucorrhines immatures obtenus lors des prospections et délimitation de la zone de maturation par la méthode des polygones convexes minimums (MCP).	14
Figure 7. Evolution de la distance au site de relaché en fonction du temps.	15
Figure 8. Surface des habitats (en pourcentage) dans la zone de maturation (MCP95%).	16
Figure 9. Probabilité de présence en fonction de la proportion d'eau dans un rayon 5m (A), 10m (B) et 30m (C) autour points de détection des individus immatures	16
Figure 10. Exemple de domaine vital calculée selon la méthode du MCP (à gauche) et du Kernel (à droite) à partir des points GPS (N=25) de la Cistude n°27 sur le site de la Houssaye.	17
Figure 11. Indices de Jacob moyen (\pm erreur standard) obtenus pour les différents habitats sur le site de la Houssaye (A) et du bois de Vinceuil (b) pour les individus équipés de GPS (N=6 et N=2 respectivement).....	19
Figure 12. Carte du site du bois de Vinceuil avec les points du GPS 150_099 correspondant à la Cistude n°32	24

Tableaux

Table I. Résultats de l'analyse du plus proche voisin effectuée sur les points de détection des immatures.	15
Table II. Proportions d'habitats (\pm Erreur standard ; nombre d'individus utilisé) présents au sein des domaines vitaux des Cistudes sur le site de la Houssaye et du bois de Vinceuil selon différentes méthodes utilisées.	18

Présentation de la structure d'accueil

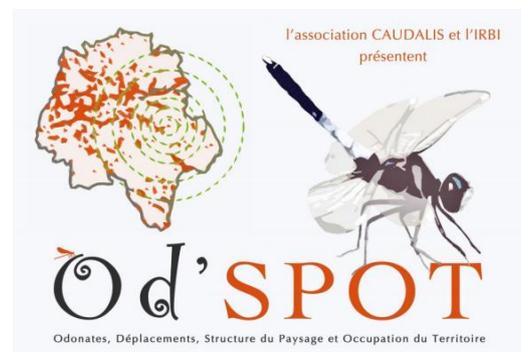


L'A.N.E.P.E. Caudalis (Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes) a été créée en février 2011 par trois naturalistes habitant en Indre-et-Loire. Elle regroupe actuellement une trentaine de membres actifs.

C'est une association Loi 1901 et dont les objectifs sont l'amélioration et le partage des connaissances sur les espèces et leurs écosystèmes. CAUDALIS réalise notamment des études naturalistes, coordonne les observations des naturalistes membres de l'association, réalise des documents de synthèse pour la divulgation des connaissances sur la biodiversité, développe des outils de protection des espèces et de gestion de leur habitat,... Les résultats obtenus par l'association sont utilisés dans le cadre de programmes d'amélioration des connaissances et de protection des habitats : actualisation des données faune, flore et habitat sur les ZNIEFF, implication dans la Stratégie de Création d'Aires Protégées, participation aux Plans Nationaux d'Actions, réalisation d'atlas...

L'association est ainsi impliquée actuellement dans plusieurs projets d'inventaires, par exemple :

- Le projet Od'SPOT est un projet d'étude mené conjointement par l'ANEPE Caudalis et l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (CNRS IRBI) sur le territoire de l'Indre-et-Loire pour la période 2013-2017. Le projet est co-financé par la Fondation LISEA Biodiversité, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne et la communauté de communes du sud Touraine.



- Le projet Cistudes consiste à suivre les populations dans le sud du département de l'Indre et Loire et mettre en place des mesures appropriées en termes de gestion et de conservation. Le projet est co-financé par la DREAL Centre, la Fondation LISEA Biodiversité et la Communauté de Communes de la Touraine du Sud, pour une durée de 5 ans (2013-2017).



© E. Sansault

Introduction

Les milieux naturels sont soumis à des pressions anthropiques de plus en plus importantes, qui entraînent des changements considérables au sein de ces écosystèmes à travers le monde (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). La modification du paysage, la fragmentation et l'altération des milieux naturels sont au cœur des enjeux environnementaux actuels (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Certains écosystèmes particuliers comme les zones humides sont considérés comme l'un des habitats les plus menacés au monde (RAMSAR, 2006). En effet, l'ensemble des zones humides mondiales a perdu la moitié de sa superficie au cours du dernier siècle, entraînant ainsi une détérioration de la qualité du milieu et une perte de biodiversité (Clarkson *et al.*, 2013). Elles sont impactées par l'urbanisation mais également par une agriculture intensive, la surpêche, ou encore les diverses pollutions. Or, les zones humides sont des écosystèmes qui présentent de nombreux intérêts écologiques, économiques et socio-culturels (de Groot *et al.*, 2002 ; Clarkson *et al.*, 2013). Elles constituent une source de diversité biologique exceptionnelle mais participent aussi à la gestion équilibrée de la ressource en eau en régulant les débits d'eau par l'épanchement des crues et le soutien des étiages (Clarkson *et al.*, 2013). Elles sont également des lieux de forte productivité pour les activités agricoles et aquacoles et contribuent à l'amélioration de la qualité des eaux par auto-épuration (Clarkson *et al.*, 2013). De ce fait, les zones humides constituent des milieux aux forts enjeux économiques et sociaux, entraînant ainsi des prises de conscience progressives et le renforcement des mesures de protection et de gestion (Cizel, 2010). En Europe, les efforts de conservation doivent cependant encore se poursuivre et s'intensifier pour réussir à stopper la dégradation de ces milieux (Verhoeven, 2014). La convention de RAMSAR au niveau international, Natura 2000 au niveau européen ou encore les Parcs naturels régionaux, sont autant de dispositifs permettant la protection et la conservation de ces milieux. En 2015, ce sont 43 zones humides importantes sur le territoire français que RAMSAR a permis de mettre en évidence, soit plus de 3 millions d'hectares qui sont ainsi classés en métropole et en outre-mer (The List of Wetlands of International Importance, 2015). L'investissement dans la conservation des zones humides se poursuit également par le 3^{ème} Plan National d'Action pour les zones humides mis en place pour la période 2014-2018 par le Ministère de l'Ecologie et du développement durable qui vise à « *mettre au point une véritable stratégie de préservation et de reconquête [...] et qui associe l'ensemble des acteurs mobilisés* » (MEDDE, 2014).

A travers le monde, la perte de la biodiversité est de plus en plus importante et des études prédisent que de nombreuses espèces et populations viendront à s'éteindre dans les prochaines décennies (Barnosky *et al.*, 2011). Parmi les causes de cette extinction majeure de la biodiversité, la fragmentation des habitats est un des facteurs importants (Hodgson *et al.*, 2011). Le déplacement des espèces est en effet nécessaire pour pouvoir accomplir les différentes phases de leur cycle de vie, ainsi que pour maintenir leurs populations sur le long terme (Thompson & Ronce, 2010). Aujourd'hui, les habitats favorables sont de plus en plus déconnectés les uns des autres à cause principalement de l'urbanisation ou bien de l'intensification de l'agriculture (Fu *et al.*, 2010). Le déplacement des individus est de ce fait impacté par ces modifications d'usage de nos territoires, or c'est un besoin indispensable pour la dispersion des individus et à la survie à long terme des populations (Guzy *et al.*, 2013).

C'est dans ce contexte qu'en 2007 une nouvelle politique a été lancée par le Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'énergie (MEDAD) : la Trame verte et bleue (TVB ; MEDAD, 2007). Cette politique vise à la création d'un réseau de continuités écologiques terrestres et aquatiques comprenant à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques permettant la dispersion des individus entre ces réservoirs. Le projet TVB consiste donc à freiner l'érosion de la diversité biologique due à la fragmentation des habitats. Sa mise en œuvre se décline à plusieurs échelles du territoire (Sordello, 2011). Les orientations nationales du dispositif dans les territoires sont décidées à l'échelle nationale. A l'échelle régionale, les TVB sont cartographiées et les enjeux écologiques de la région sont présentés, le tout est inscrit dans un document appelé Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) co-élaborés par l'Etat (représenté par la Direction Régional de l'Environnement de l'Aménagement et Logement (DREAL)) et la Région (représentée par le Conseil Régional (CR)). Enfin, à l'échelle plus locale des « *pays* », une précision plus fine de la TVB sera représentée et les documents d'urbanisme (Schéma de Cohérence Territoriale ou SCoT & Plan Local d'Urbanisme ou PLU notamment) devront retranscrire les continuités écologiques alors identifiées dans le but de réduire l'impact des aménagements futurs. Néanmoins, les SRCE devront respecter des critères, déterminés par le Comité opérationnel TVB, qui permettent d'assurer une cohérence nationale. Ainsi, des listes d'espèces dites de « cohérence nationale » pour la TVB ont été établies par le service du patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN-SPN ; Houard *et al.*, 2012) et l'Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE ; Sordello *et al.*, 2011). En région Centre, le SRCE a été adopté par arrêté Préfectoral de région le 16 janvier 2015 (Arrêté du 16/01/2015 ; BIOTOPE, 2014). Ainsi, 32 espèces animales sont listées

dans le critère de cohérence nationale afin d'aider à la mise en place des trames dans les territoires (CETE NORMANDIE CENTRE, DREAL CENTRE, CBNBP & BIOTOPE, 2014).

Parmi elles, deux espèces peuvent être associées aux milieux terrestres et aquatiques d'un point de vue écologique : la Leucorrhine à large queue, *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840) et la Cistude d'Europe, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). La Leucorrhine est une espèce de cohérence écologique pour les milieux aquatiques, forestiers et milieux ouverts humides (Houard *et al.*, 2012), la Cistude est uniquement associée au milieu aquatique dans la TVB (Sordello *et al.*, 2011). D'un point de vue écologique cette espèce nécessite pourtant également la prise en compte des milieux terrestres environnants, ne serait-ce que pour permettre sa reproduction ainsi qu'une partie de ses déplacements (Priol, 2009).

La Leucorrhine à large queue (Charpentier, 1840) est un Odonate dont la répartition en Europe s'étend de la France jusqu'à l'ouest de la Sibérie (Grand & Boudot, 2006 ; Dupont, 2010). Elle est protégée à la fois au niveau européen (annexe IV de la directive Habitats-Faune-Flore) et en France (article 2 de l'arrêté de 2007) où sa position en limite d'aire de répartition rendent ses populations vulnérables (Dommanget *et al.*, 2009). C'est d'ailleurs une espèce prioritaire d'un Plan national d'actions (PNA) (Dupont, 2010) et de sa déclinaison en région Centre (Baeta *et al.*, 2012a), région où elle est aujourd'hui considérée comme en danger d'extinction (Sansault & Lett, 2012). La Leucorrhine est une espèce qui fréquente les étangs forestiers, avec une riche végétation aquatique immergée et flottante (Grand & Boudot, 2006). De plus, la présence de zones arborées et de différentes strates de végétation à proximité des zones d'eau est importante car elle permet aux imagos de trouver des secteurs abrités du vent (Dupont, 2010). Les déplacements à l'âge adulte se font de mi-avril à mi-juillet selon le climat local (Dupont, 2010). Les mâles se déplacent surtout pour la défense du territoire, et les femelles pour la recherche de zones de ponte (Grand & Boudot, 2006 ; Dijkstra & Lewington, 2007). Les déplacements dans le site dépendent certainement de la taille du plan d'eau et des milieux environnants (Merlet & Houard, 2012). Plus rare, les déplacements sur de plus longues distances (de l'ordre de plusieurs kilomètres) permettent la dispersion des individus, les échanges entre populations et la colonisation de nouveaux sites (Dupont, 2010 ; Keller *et al.*, 2010). Ces événements de dispersion sont toutefois encore actuellement très peu connus, aucune étude n'ayant jusqu'alors été menée sur le déplacement des individus ténéraux. Keller *et al.* (2010) ont toutefois pu mettre en avant le très faible taux de dispersion global de cette espèce en utilisant des techniques de génétique des populations (marqueurs microsatellites).

La Cistude d'Europe (Linné, 1758), espèce patrimoniale reconnue, est une tortue semi-aquatique indigène en France. Son aire de répartition mondiale s'étend du nord de l'Afrique jusqu'en Europe de l'est mais aussi en Asie centrale, jusqu'à la mer d'Aral (Thienpont, 2011). Elle est inscrite à l'annexe II de la Convention de « la vie sauvage et du milieu naturel » de l'Europe (Berne, 1979), aux annexes II et IV de la directive européenne « Habitat Faune et Flore » du 21 mai 1992. Tout comme en Europe, les effectifs de la Cistude diminuent également sur le territoire national (Boyer & Dohogne, 2008), et ce constat est associé à une fragmentation de ses populations. De ce fait, un PNA en faveur de cette espèce a été mis en place en France (Thienpont, 2011). En Région Centre, l'espèce est considérée comme « quasi menacée » (Dohogne, 2013) et plusieurs actions de conservation y sont mises en place dans le cadre du PNA. Inféodée aux milieux aquatiques mais dépendante de milieux terrestres (pelouses sèches, prairies) lors de la ponte, elle occupe une grande variété d'habitats aquatiques de plaine comme les étangs, les marais, les mares, les lacs et réservoirs, les canaux ou les rivières (Boyer & Dohogne, 2008 ; Thienpont, 2011). Le cycle annuel de la Cistude se divise en une phase d'activité et une phase d'inactivité. La phase d'activité (mi-mars à mi-octobre) se compose d'une période d'accouplement (Avril-Mai), suivi par la ponte (Juin-Juillet), et enfin par l'éclosion automnale (mi-septembre à mi-octobre). Lors de sa période d'activité elle effectue pendant un temps de petits déplacements sur le site d'hivernation, et par la suite, elle se disperse sur tout l'habitat disponible pour la recherche de nourriture, de partenaires sexuels et de sites d'insolation et de ponte. C'est durant cette période que la Cistude est le plus facilement observable. En automne, leur activité reprend et des déplacements parfois importants ont lieu vers les sites d'hivernation (Priol, 2009).

Concernant les deux espèces de cette étude (la Leucorrhine et la Cistude), les déplacements au sein d'une matrice paysagère favorable sont indispensables au bon déroulement du cycle biologique. Ainsi, les individus colonisent de nouveaux sites uniquement si la connectivité est fonctionnelle. La fragmentation du paysage apparaît donc comme une menace importante à la dispersion car la distance à parcourir entre les patchs d'habitats favorables peut alors augmenter. De même, la préservation des populations sources est indispensable puisque, sans elles, la mise en place de corridors écologiques perd tout son sens.

S'inscrivant dans le cadre des PNA et de leurs déclinaisons régionales (PRA) et en collaboration avec le CNRS-IRBI (pour le suivi Odonates), cette étude intègre deux projets menés parallèlement par l'Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes (A.N.E.P.E.) CAUDALIS : le projet Cistude (2012-2016) et le projet Od'SPOT (2013-2017). L'objectif est d'identifier les habitats utilisés par ces deux espèces et d'analyser leurs

déplacements au niveau de la communauté de communes de la Touraine du Sud. Ainsi, il s'agira de mieux comprendre l'influence du paysage et de sa structuration sur le déplacement des individus tout en accumulant des connaissances sur les caractéristiques des domaines vitaux de ces deux espèces. Dans les deux cas, les individus seront donc étudiés durant la période de leur cycle de vie où leurs déplacements sont maximaux. La Leucorrhine sera suivie durant la phase de maturation des imagos grâce la pose de transpondeurs passifs. Les Cistudes seront étudiées entre la sortie d'hivernation et la période des pontes sur trois sites de la Touraine du Sud grâce à la pose de balises GPS.

Le suivi des Leucorrhine, durant la phase de maturation des imagos permettra de déterminer la capacité de dispersion des individus ténéraux depuis leur site d'émergence et également de connaître les habitats fréquentés durant cette période clé de leur cycle biologique, ce qui est actuellement inconnu chez la Leucorrhine pour cette phase du cycle de vie. Chez la Cistude d'Europe, l'étude permettra de connaître les déplacements des individus et de déterminer l'occupation du territoire au sein de plusieurs réseaux d'étangs. Les habitats où des sites d'insolation et des sites à granulométrie fine (site de ponte favorable) sont présents seront très probablement sélectionnés (Priol, 2009). Ces deux espèces sont sans doute guidées par la structure du paysage et sélectionnent leurs habitats. Cependant, un recensement des contraintes environnementales présentes sur les sites d'études renseignera sur la manière dont le paysage contraint et structure ces populations. La présente étude utilise de nouvelles techniques de suivi des individus et devrait permettre d'obtenir des données utiles permettant de préciser les corridors écologiques aujourd'hui définis par les SRCE. Ils permettront également, à leurs niveaux, de concourir aux réflexions actuelles visant à la conservation de ces espèces.

Matériels & Méthodes

1. Sites d'étude

Les sites d'étude étaient situés en région Centre, dans le sud du département de l'Indre-et-Loire (37), territoire riche en zones humides et dont les habitats sont diversifiés. Plusieurs sites ont été déterminés, d'une part à partir des observations et des données connues, et d'autre part à partir des habitats favorables pour les espèces.

Le suivi des Leucorrhines a eu lieu dans un rayon d'un kilomètre autour de la mare de la Rolle, située dans la forêt de Tours-Preuilly (commune de Bossay-sur-Claise). La forêt appartient à la ville de Tours depuis les années 1950 et est gérée par l'Office National des Forêts (ONF). La mare a une superficie de 0,3 hectares, ce qui est proche des superficies les plus souvent utilisées (0,5 ha) et perçues comme très favorable au maintien d'une population viable (Merlet & Houard, 2012). Elle accueille des effectifs importants, en particulier compte tenu de la faible superficie du site. C'est actuellement à la fois le plus important site de reproduction et le plus petit connu en Indre-et-Loire (Baeta & Sansault, *com. pers.*). La présence de nombreuses exuvies témoigne de l'autochtonie de l'espèce sur ce site. En 2012, 29 exuvies ont été trouvées (Baeta *et al.*, 2012b) et une étude réalisée sur ce site en 2013 avait permis la récolte de 300 exuvies pour une population à l'émergence estimée à 1800 exuvies (Muller, 2013). La végétation aquatique sur le site y est particulièrement développée et de nombreuses hélrophytes connues pour être favorables à l'espèce sont présentes, par exemple *Iris pseudacorus* et *Myriophyllum spicatum*. Toutefois, il est intéressant de noter qu'aucun *Nymphaea* ou *Nuphar* n'est présent alors que leur présence est souvent rapportée pour être un facteur très favorable (e. g. Dommanget *et al.*, 2009 ; Courant & Même-Lafond, 2011).

Pour le suivi des Cistudes, 3 sites composés de plusieurs étangs ont été sélectionnés. Ceux-ci présentent des contextes différents.

La Houssaye : le site de la Houssaye se trouve dans la commune de Charnizay. Il se compose d'une série de trois étangs. D'après les témoignages, les photographies aériennes et cartographie de Cassini, le grand étang daterait au minimum du XVII^{ème} siècle. Les étangs sont utilisés comme pisciculture extensive. Le plus grand étang est situé à l'est et a une superficie de 12 ha, celui au centre fait 3 ha et le dernier au sud fait 2 ha. Une distance maximale d'une centaine de mètres sépare les étangs. Ceux-ci sont situés dans un contexte majoritairement agricole. L'espèce y est connue depuis les années 1960 (Chaboisson, *com. pers.*), et le premier rapport citant l'espèce sur ce site date de 2010 (Owen-Jones, 2010). Les populations de ces étangs sont suivies tous les ans depuis 2012 (Sansault & Baeta, 2013 ; Giordano, 2014).

Le bois de Vinceuil : les étangs du Bois de Vinceuil sont situés dans la forêt de Tours-Preuilly, dans la commune de Bossay-sur-Claise. Le premier étang a été créé dans les années 1980. Les étangs ne sont pas exploités pour la pêche mais ont été créés à titre de réservoir incendie. Le site est également composé d'une série de trois étangs : l'étang des Fontaines au nord (0,7 ha), l'étang des Fayards au centre (1,3 ha) et l'étang du Gue d'Alezan au sud (2 ha). Ils se situent dans un contexte forestier. Deux étangs sont séparés d'une distance maximale de 200 mètres. La population du site est suivie depuis 2014 (Giordano, 2014).

Etangs Nord : Ce dernier site d'étude est situé dans le sud du département de l'Indre et Loire mais constitue le site le plus au Nord par rapport aux deux autres. Il a été choisi pour représenter un contexte mixte, c'est-à-dire à la fois agricole et forestier. Il s'agit d'un complexe de plusieurs étangs à vocation piscicole. Le propriétaire avait indiqué deux étangs où des Cistudes avaient été observées, ils ont donc été choisis pour le suivi avec son accord.

2. Protocoles et suivis des individus

2.1. Protocole et suivi des immatures des Leucorrhines

Les Leucorrhines immatures mâles et femelles ont été récoltées dans la végétation héliophyte et rivulaire dans de bonnes conditions météorologiques et sur les berges ensoleillées. Les captures se sont déroulées début mai, au moment du pic d'émergence de l'espèce, calculé d'après les données des années précédentes (Muller, 2013). Les individus prélevés ont été placés sur un support (branchage trouvé sur place) dans une tente moustiquaire installée à l'ombre, pour permettre aux immatures de déployer leur ailes et d'effectuer leur premier vol dans un espace assez grand. Les manipulations ont été effectuées sur place dans une pièce fraîche et en obscurité partielle (grange mise à disposition par l'ONF). Un marquage alaire a été réalisé sur la face inférieure des deux ailes postérieures avec un marqueur permanent STAEDLER Lumocolor® (pointe 1,5mm) de couleur noire (code individuel composé d'une lettre et d'un chiffre).

A partir d'une méthode réalisée avec succès sur *Libellula fulva* de Hardersen (2007), des transpondeurs passifs ont été fabriqués avant la phase de terrain. Le système placé sur l'individu était constitué d'une diode Schottky à laquelle était soudé de part et d'autre un fil de cuivre ou de fer mesurant 80mm de long (**Figure 1.A**). Une boucle de 30 mm permettait d'éviter à la diode des charges électrostatiques. Le système était détecté grâce à la technologie émetteur(RECCO®)/récepteur. Seules les balises ayant une détection de plus de 100 mètres en milieu ouvert ont été posés sur les immatures (moyenne : 117,9m ±17,3). Pour effectuer la pose de la diode, l'individu était disposé sur un étaloir et ses ailes étaient maintenues ouvertes.

Une goutte de colle (Loctite SuperGlue 3 Precision) était déposée à la base de la diode et celle-ci était positionnée sur le segment S3 (**Figure 1.B**). Le poids des balises avec la colle était de 16,5 mg ($\pm 1,5$; n=7) soit 34% plus légères que celles utilisées par Hardersen (2007) qui avait montré l'absence d'effet de celles-ci chez *L. fulva*. Au total, 63 individus ont été équipés de ces transpondeurs passifs (32 mâles et 31 femelles). Ceux-ci ont ensuite été posés librement sur un support au moment du relâché.

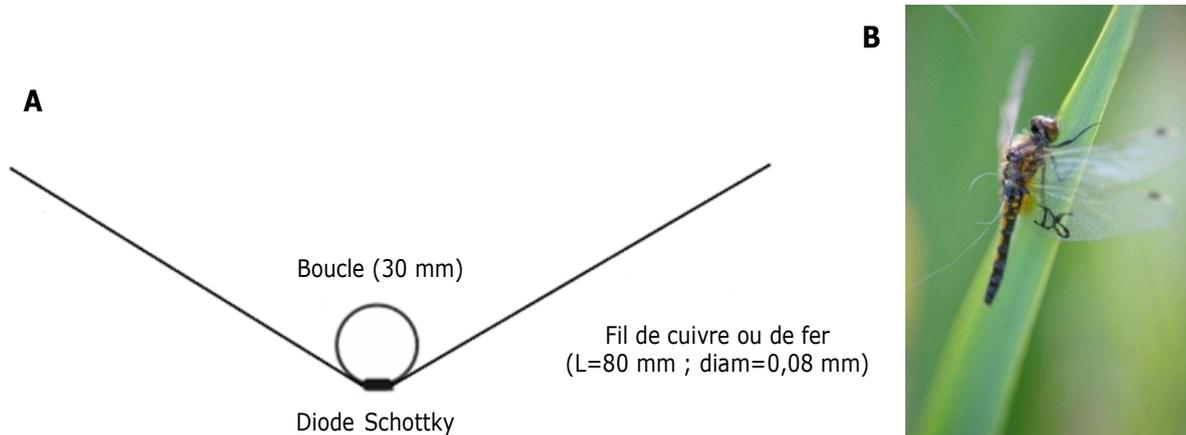


Figure 1. Schematisation du transpondeur passif fabriqués pour le suivi des Leucorrhines (A). Photographie du système posé sur l'individu D6 (femelle) (B). Le transpondeur passif est posé sur le segment S3 et le fil est en fer. © E. Sansault.

Le site était visité dans un rayon d'un kilomètre autour du lieu d'émergence à l'aide du RECCO en suivant une série de transects couvrant les différents habitats présents dans l'aire d'étude (**Figure 2**). Les relevés étaient effectués tous les jours durant une semaine, puis tous les deux jours durant une semaine. Chaque point de détection était noté sur une carte et le code de l'individu quand cela était possible. Durant ces parcours, l'ensemble des espèces d'Odonates observées étaient également notées et géoréférencées.

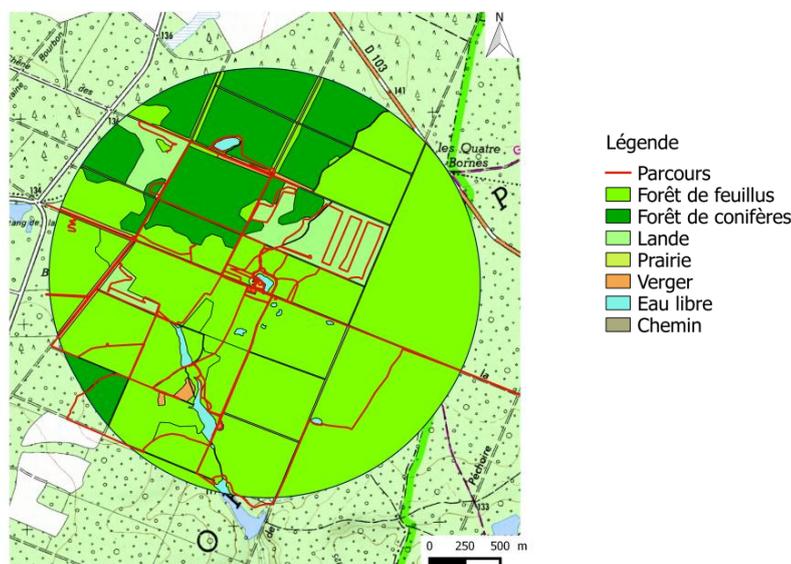


Figure 2. Cartographie des parcours effectués lors des prospections.

2.2. Protocole et suivi des Cistudes

Le protocole de suivi a été mis en place sur ces sites dès 2012 (Sansault & Baeta, 2013) et les populations y ont été suivies en 2012 et en 2014 (Giordano, 2014). Sur chaque sites, les Cistudes ont été suivies par Capture-Marquage-Recapture (CMR) selon le protocole établi dans le Guide technique pour la conservation de la Cistude d'Europe en Aquitaine (Priol, 2009). Pour chaque site, ce suivi consiste en deux sessions de quatre jours (pose des pièges le premier jour, le relevé des tortues capturées le deuxième, le troisième et le quatrième, qui s'accompagne également du retrait des pièges). L'intervalle entre deux sessions a été de 6 semaines. Les pièges, empreintés à la Réserve Naturelle de Chérine à Mézière-en-Brenne (36), étaient des nasses (N=16) et des verveux (N=17). Les nasses (**Figure 3.A**) sont des pièges en maille souple, repliables et de petite taille (80x40cm de diamètre). Elles ont été placées dans des zones à faible profondeur d'eau et immergées aux deux tiers, avec une bouteille d'eau en plastique permettant de conserver une zone émergée pour la sécurité des tortues. Elles ont été fixées à l'aide de ficelles à la végétation et placées sur un support relativement stable, pour faciliter l'entrée des tortues. Un morceau de foie de volaille a été placé dans la nasse afin d'appâter les tortues. Les verveux (**Figure 3.B**), d'environ 8 mètres de long, sont composés de deux parties : une ailette verticale, fixée à l'aide d'un bambou au niveau de la berge et une grande nasse souple, fixée également à un bambou au large. Dans le but d'augmenter la probabilité de capture par interception, les verveux ont été placés la plupart du temps perpendiculairement à la berge. Deux bouteilles plastiques vides ont été placées aux deux extrémités de la nasse. Les pièges ont été disposés aléatoirement dans les étangs et dans la mesure du possible, en alternant nasses et verveux. Les pièges ont été déplacés entre les deux sessions.

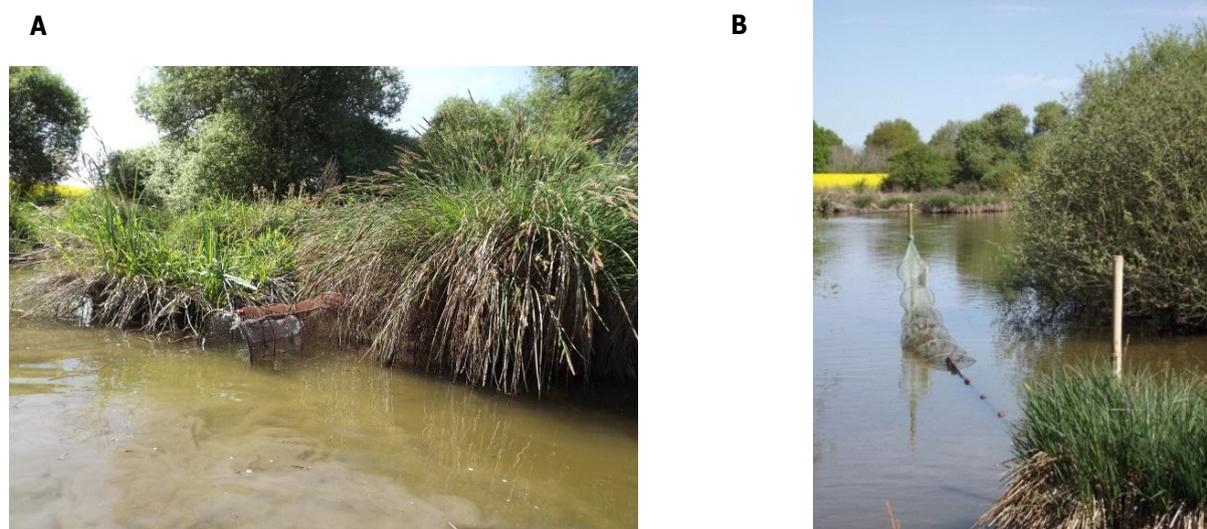


Figure 3. Photographies des deux types de pièges utilisés. A : nasse et B : verveux.

Les tortues ont été équipées de GPS fabriqués avant les sessions de captures selon le prototype établi par Drouault & Gergonne (2014). Ils étaient composés d'un GPS data logger i-GotU GT-120 et d'un émetteur VHF (**Figure 4**). L'émetteur VHF a été posé pour permettre un suivi par radiopistage des individus. Le principe général consiste à capter par un récepteur associé à une antenne Yagi, un signal sonore sur une fréquence déterminée émis par émetteur VHF. Durant cette étude, la méthode de localisation par contact a été utilisée. Cette technique consiste à suivre l'augmentation du signal jusqu'à déterminer la localisation exacte de l'individu. Les composants ont été coulés dans de la résine Crystal pour permettre une étanchéité complète du système. Un panneau solaire a été ajouté pour permettre la recharge autonome des GPS, du fait du comportement d'insolation des Cistudes (Muratet, 2015). Pour plus de détails sur la constitution des balises, se référer à Drouault & Gergonne (2014).

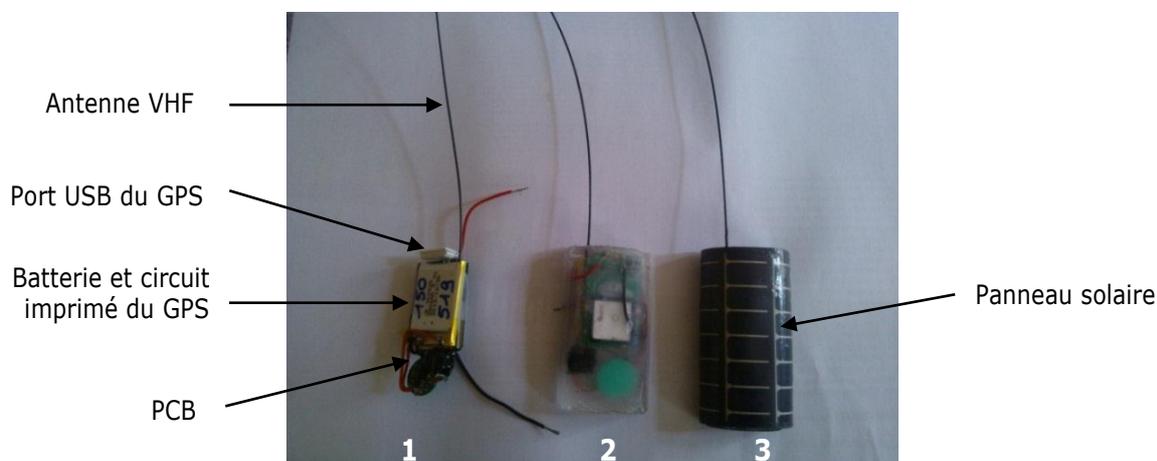


Figure 4. Les différentes phases de construction du système. Il est composé d'un GPS i-GotU GT-120 auquel est rajouté sur la même batterie un émetteur VHF (TXE) (phase 1), il est ensuite coulé dans la résine Crystal (phase 2), puis un panneau solaire est collé et soudé (phase 3). Une couche fine de résine Crystal a été rajoutée pour protégé le panneau solaire.

Avant la pose du système sur les individus, les GPS ont été paramétrés sur l'ordinateur à partir du logiciel @trip PC (V5.0.1305.871, 2013), de façon à prendre une position toutes les 20 minutes. Les GPS ont été collés sur les tortues à l'aide de la colle EPOXY (**Figure 5**). Au total, 17 Cistudes ont été équipées du système GPS. C'est lors de la recapture (2^{ème} session) que les données ont été téléchargées. Certaines tortues ont été récupérées manuellement à l'aide de l'antenne Yagi (dont la distance maximale de détection est de 1 km, mais reste variable en fonction des conditions physiques et météorologiques).



Figure 5. Pose du GPS n°150_099 sur un l'individu n°32 (femelle) à l'aide la colle EPOXY. © E. Sansault.

3. Caractérisation de l'habitat

Les sites d'études, ont été cartographiés sous SIG (logiciel QGis, version 2.4). Les compositions paysagères ont été caractérisées dans un tampon de rayon de 3 km pour les Cistudes, correspondant environ au rayon d'activité moyen (Cadi & Faverot, 2004), et dans un rayon d'un kilomètre pour les Leucorrhines, choisi en raison des moyens humains disponibles pour le parcours lors de la détection des individus.

La caractérisation de l'habitat a été réalisée à l'aide de carte IGN 25000^{ème} (SCAN 25[®] version 3), de photographies aériennes de 2011 (géoportail.gouv.fr), de la base de données Corine Biotope, des couches RPG 36 et 37 (2012) indiquant le Registre Parcellaire Agricole, ainsi que du travail déjà réalisé par Giordano (2014). La cartographie a été étudiée à partir du système géodésique français de référence RGF93 associé à la projection Lambert 93.

Les parcelles agricoles ont ensuite été divisées en trois catégories : cultures intensives (blé, orge, colza, tournesol), prairies temporaires et prairies permanentes. Le type de culture n'a que peu d'impact sur les Cistudes, en revanche le type de traitement de la terre aura un rôle décisif sur la survie de pontes (labourage de la terre par exemple). Une précision plus fine a été apportée pour la caractérisation des habitats non agricoles autour des zones humides pour les sites des Cistudes à l'aide des photographies satellites et de prospections sur le terrain. Pour le site des Leucorrhines, les informations recueillies ont été vérifiées lors d'une phase de terrain et corrigées le cas échéant. Aussi, les mares supérieures à 25m ont été cartographiées. Les cartes des tampons de 1 km (Leucorrhines) et 3 km (Cistudes) autour des sites d'étude sont présentées en Annexe 1 et 2 respectivement.

4. Analyse des données

4.1. Analyses réalisées pour le suivi des Leucorrhines

4.1.1. Etude du déplacement des immatures au cours du temps

Un Modèle Linéaire à effets Mixtes (LMM) a été utilisé pour l'analyse. La variable fixe testée était la *distance* au site de relâché et la variable *Individu* a été ajoutée en facteur aléatoire pour tenir compte des données répétées.

4.1.2. Analyse de la distribution des individus immatures

Afin de déterminer la distribution des individus retrouvés lors des prospections, la méthode du plus proche voisin a été utilisée sur Qgis. Elle permet de déterminer le type de distribution observée (aléatoire, agrégée ou uniforme) grâce à l'indice du plus proche voisin qui est le rapport de la distance moyenne observée à la distance moyenne attendue (la distance attendue étant la distance moyenne entre voisins dans une distribution aléatoire hypothétique). Lorsque cet indice est inférieur à 1, les individus présentent un phénomène d'agrégation et à l'inverse, lorsqu'il est supérieur à 1, la tendance est à la dispersion.

4.1.3. Etude de la zone de maturation

Afin de mettre en avant une éventuelle sélection des habitats de maturation par la Leucorrhine, la probabilité de présence des individus immatures en fonction du type d'habitat a été estimée. Dans un premier temps, la zone de maturation a été calculée grâce à la méthode des polygones convexes minimums (MCP, Mohr, 1947). Elle consiste à connecter les points de localisation extrêmes pour obtenir le plus petit polygone convexe possible. Un contour de MCP à 95% a été choisi pour visualiser la zone au sein de laquelle 95 % des localisations sont observées. De ce fait, les zones où très peu d'observations sont réalisées ont été éliminées. Ensuite, un jeu de données aléatoires a été généré dans le MCP, afin de définir un patron de distribution des individus qui ne tiendrait pas compte de la répartition des habitats au sein de la zone de maturation. Les données de détection des individus représentent la présence de l'espèce. Autour de tous les points (détection et tirage aléatoire), des tampons de 5m, 10m et 30m ont été créés puis une intersection avec la couche *habitat* a été réalisée. Les proportions de chaque habitat autour des points ont ensuite été calculées. Les tampons de différentes tailles ont pour but de déterminer à quelle échelle la surface d'un habitat peut influencer la présence de l'espèce.

Les effets des proportions de *forêt*, *prairie*, *eau* et *chemin* sur la répartition des individus ont été testés à l'aide d'un Modèle Linéaire Généralisée (GLM) à loi binomiale (données de

présence-absence). Une régression pas à pas a permis d'éliminer les variables non significatives progressivement du modèle complet.

4.2. Analyses réalisées pour le suivi des Cistudes

4.2.1. Etude de la taille du domaine vital

Le domaine vital est la surface occupée par un individu qui contient les ressources nécessaires pour assurer sa survie et la reproduction (Burt, 1943). Les domaines vitaux ont été calculés par la méthode des polygones convexes minimums (MCP) présentée précédemment, et par la méthode de Kernel ou « contour des noyaux » (Worton, 1989). La méthode de Kernel met en évidence les zones où l'individu est positionné le plus fréquemment et minimise les localisations extrêmes. Pour le Kernel, des contours de 95% ont été choisis. Le calcul des domaines vitaux a été réalisé sur Qgis (2.4) parallèlement au logiciel R (3.2.1) en utilisant le package *adehabitatHR* (Calenge, 2006), comme déjà utilisé par Teucher *et al.* (2015).

Après vérification des hypothèses de normalités et d'égalité des variances, une analyse de variance à deux facteurs a été réalisée afin d'évaluer l'influence du sexe de l'individu et du site sur la taille du domaine vital.

4.2.2. Etude de l'habitat des Cistudes

a) Proportion d'habitat au sein du domaine vital

La proportion de chaque entité paysagère dans les domaines vitaux a été calculée en fonction des différentes méthodes (MCP 95%, Kernel 75%, Kernel 50%). Les différents Kernels utilisés permettront de rendre compte progressivement de l'utilisation la plus fréquente d'une zone, le Kernel 50% étant considéré comme le cœur d'activité (Walker *et al.*, 2005 ; Blake *et al.*, 2008). A noter que l'*eau profonde* est désignée pour une zone de profondeur supérieure à un mètre.

b) Sélection d'habitat

Pour analyser l'utilisation de l'habitat par les individus équipés de GPS, l'indice de Jacob (1974) a été calculé. Le degré de préférence d'un habitat X au cours de la phase d'activité est donné par la valeur de l'indice de Jacob (1974), établi par le rapport :

$$I_x = \frac{\left(\frac{X1}{Y1}\right) - \left(\frac{X2}{Y2}\right)}{\left(\frac{X1}{Y1}\right) + \left(\frac{X2}{Y2}\right)}$$

$X1$ = nombre de localisation dans un habitat X ; $Y1$ = nombre total de localisations ; $X2$ = surface d'un habitat X ; $Y2$ = surface totale du site d'étude.

La taille du site d'étude choisie correspond à la taille du MCP 95%. L'indice varie entre -1 et +1 : une valeur négative indique que l'habitat est évité, une valeur positive qu'il est préféré.

Résultats

1. Résultats du suivi des Leucorrhines

1.1. Analyse des déplacements des immatures

Au total, plus de 35 kilomètres ont été parcourus durant le suivi (**Figure 2**). Le nombre de détection d'immatures obtenu grâce au RECCO est de 49. Alors que de nombreuses observations d'Odonates ont pu être réalisées tout au long de ces parcours (Annexe 3), la totalité des détections de Leucorrhines a été obtenue dans un rayon de 250 mètres autour du site d'émergence (**Figure 6**).

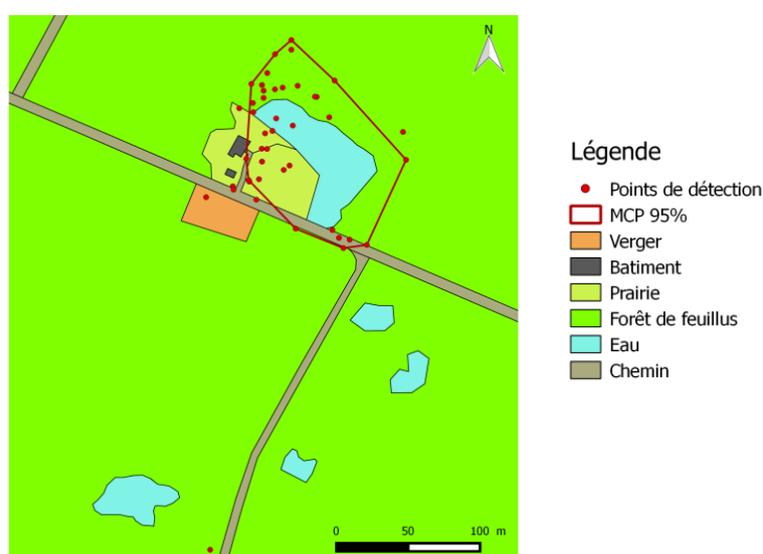


Figure 6. Points de détection des Leucorrhines immatures obtenus lors des prospections et délimitation de la zone de maturation par la méthode des polygones convexes minimums (MCP).

Un patron de dispersion des individus lors des premiers jours suivant l'émergence a été mis en avant. La quasi-totalité des détections a en effet eu lieu durant les cinq premiers jours et il n'y en a eu aucune entre le 6^{ème} et le 10^{ème} jour. Enfin, seulement trois détections ont été obtenues entre le 11^{ème} et le 13^{ème} jour, ce qui supposerait que les individus seraient revenus sur leur site d'émergence à la fin de leur maturation. Durant les cinq premiers jours de prospection, la distance au site de relâché augmente de façon significative au cours du temps (LR=17,17 ; ddl=1 ; $p < 0,0001$; **Figure 7**). La dispersion maximale observée à partir du site de relâché est de 240 mètres.

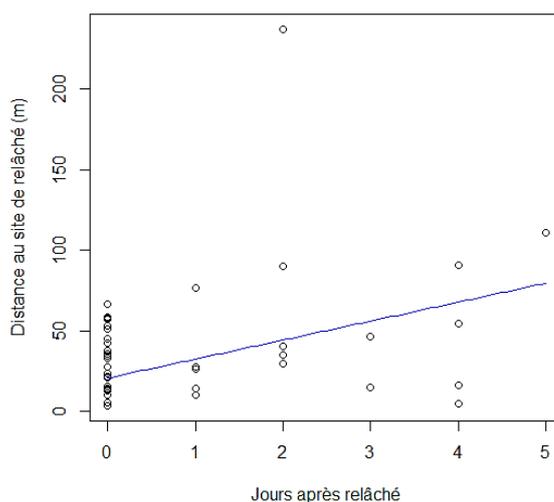


Figure 7. Evolution de la distance au site de relâché en fonction du temps.

1.2. Distribution des individus sur le site d'étude

L'analyse du plus proche voisin donne un index de distribution des individus significativement inférieur à 1 (**Table I**). La distribution des individus immatures durant les premiers jours de leur phase de maturation est donc de type agrégée.

Table I. Résultats de l'analyse du plus proche voisin effectuée sur les points de détection des immatures.

Distance moyenne observée (m)	Distance moyenne attendue (m)	Index du plus proche voisin (Dobs/Datt)	Effectif (N)	Score z	p
13,34	19,99	0,67	49	-4,45	<0,01

1.3. Analyse de l'habitat utilisé par les immatures

1.3.1. Composition paysagère de la zone de maturation

La zone de maturation (MCP à 95%) représente une surface de 10,22 ha. Elle est composée en majorité de *forêt de feuillus*, d'une zone d'*eau libre* représentée par la mare de la Rolle puis de prairie (**Figure 8**). Une petite part de la zone est également représentée par la présence de *chemins* (**Figure 8**).

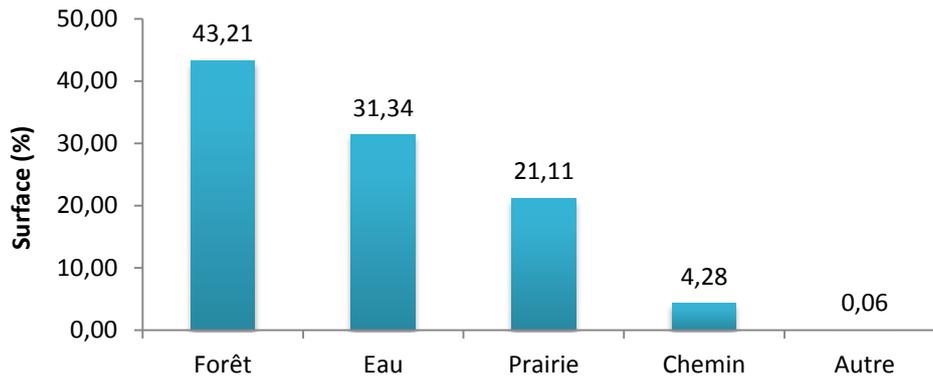


Figure 8. Surface des habitats (en pourcentage) dans la zone de maturation (MCP95%).

1.3.2. Influence des habitats sur la présence des immatures

Dans la zone de maturation, seule la variable *eau* a un effet significatif sur la présence des individus immatures et cet effet est significatif quel que soit le tampon utilisé autour des points ($\chi^2(1)=11,389$, $p<0,001$; $\chi^2(1)=11,946$, $p<0,001$; $\chi^2(1)=13,088$, $p<0,001$; respectivement pour 5, 10 et 30 mètres). De manière intéressante, la probabilité de présence des individus immatures diminue donc en fonction de la proportion d'eau (**Figure 9**). La pente a tendance à s'accroître lorsqu'il s'agit du tampon de 30 mètres.

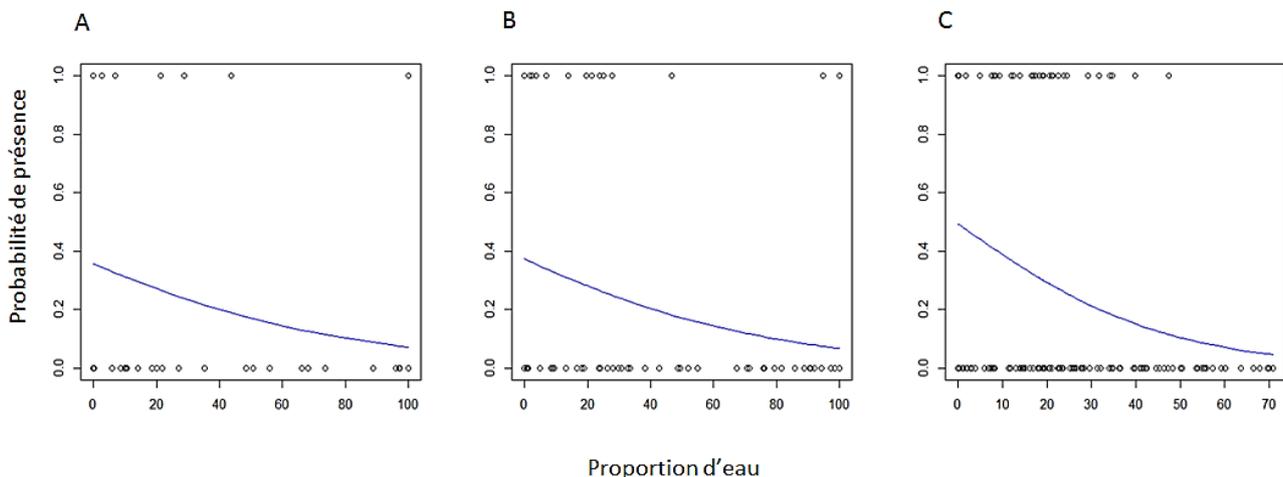


Figure 9. Probabilité de présence en fonction de la proportion d'eau dans un rayon 5m (A), 10m (B) et 30m (C) autour points de détection des individus immatures. Une probabilité de 1 correspond aux individus détectés à l'aide du Recco alors qu'une probabilité de 0 correspond aux points théoriques générés aléatoirement sous QGIS sous l'hypothèse d'une répartition aléatoire des immatures au sein de la zone de maturation.

2. Résultats obtenus pour les Cistudes d'Europe

Pour l'analyse des résultats concernant les Cistudes, seulement deux sites ont été traités (site de la Houssaye et site du bois de Vinceuil) car aucune Cistude équipée de GPS n'a pu être

récupérée sur le site des Etangs Nord. Au total, 528 localisations GPS ont été obtenues. Les points GPS du site de la Houssaye sont présentés en Annexe 4.

2.1. Etude de la taille des domaines vitaux

Aucune différence significative n'a été observée entre la taille du domaine vital des mâles et celle des femelles, que ce soit pour le MCP 95% ($F_{(1,7)}=2,391$; $p=0,166$; $N=9$) ou pour le Kernel 95% ($F_{(1,6)}=1,823$; $p=0,226$; $N=8$). De même, quelle que soit la méthode utilisée, la taille du domaine vital ne varie pas d'un site à l'autre ($F_{(1,7)}=0,207$; $p=0,663$ et $F_{(1,7)}=2,443$; $p=0,169$ respectivement pour les méthodes MCP 95% et Kernel 95%). La méthode utilisée influence toutefois la taille des domaines vitaux ($\chi^2(1)=4,42$; $p=0,036$; $N=17$). La surface du MCP 95% est très réduite par rapport au Kernel 95% pour les mêmes points GPS pour un même individu (**Figure 10**). Avec le Kernel, le domaine vital est très élargi au-delà des points de détections. En moyenne la taille du domaine vital pour le MCP est de 3,86 ha ($\pm 1,39$) et pour le Kernel 95%, la taille est de 11,71 ha ($\pm 3,80$).

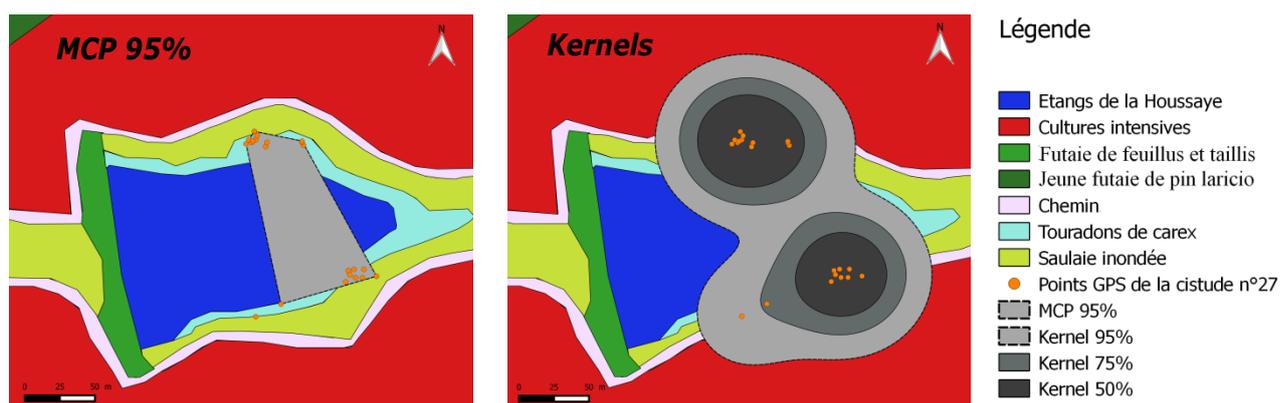


Figure 10. Exemple de domaine vital calculée selon la méthode du MCP (à gauche) et du Kernel (à droite) à partir des points GPS (N=25) de la Cistude n°27 sur le site de la Houssaye.

2.2. Analyses des habitats fréquentés par la Cistude

2.2.1. Proportions des habitats au sein du domaine vital à l'aide des différentes méthodes

Sur le site de la Houssaye, l'eau profonde est l'habitat majoritaire dans le domaine vital avec la méthode du MCP (**Table II**). Ensuite viennent la berge et la culture qui sont en proportions équivalentes (**Table II**). Pour le Kernel 95% et 75%, l'eau profonde est également l'habitat majoritaire dans le domaine vital. Ensuite viennent les zones de cultures qui sont majoritaire puis la berge. Enfin, avec le Kernel 50%, qui représente le cœur d'activité du domaine vital (cf **Figure 10**), l'eau profonde et la berge ont les proportions les plus importantes. De manière intéressante, lorsque le Kernel est réduit, la proportion de berge et d'eau profonde

augmente progressivement (+14,36% et +6,05% respectivement), alors qu'au contraire la proportion occupée par les *cultures intensives* diminue quant à elle fortement (-19,69%).

Au bois de Vinceuil, l'habitat majoritaire est la *forêt de feuillus*, quelle que soit la méthode utilisée (**Table II**). Tout comme précédemment, lorsque le Kernel est réduit au cœur d'activité (de K95 vers K50), certains habitats voient leurs proportions au sein du Kernel augmenter (par exemple les *boisements marécageux* +5,43%; **Table II**) alors qu'au contraire, d'autres, connaissent une forte diminution (par exemple les *forêts de feuillus* -13,49%; **Table II**).

Table II. Proportions d'habitats (\pm Erreur standard ; nombre d'individus utilisé) présents au sein des domaines vitaux des Cistudes sur le site de la Houssaye et du bois de Vinceuil selon différentes méthodes utilisées.

Habitats	MCP	K95	K75	K50
<i>La Houssaye</i>				
Eau profonde	58,37 ($\pm 7,25$; 7)	33,27 ($\pm 4,28$; 6)	37,51 ($\pm 4,47$; 7)	39,32 ($\pm 6,49$; 6)
Berge (*)	30,30 ($\pm 8,12$; 7)	26,13 ($\pm 3,50$; 6)	32,71 ($\pm 5,00$; 7)	40,49 ($\pm 7,88$; 7)
Culture intensive	12,84 ($\pm 4,77$; 4)	31,08 ($\pm 5,59$; 6)	21,07 ($\pm 4,36$; 7)	11,39 ($\pm 4,61$; 6)
Chemins	3,14 ($\pm 0,76$; 5)	6,05 ($\pm 0,74$; 6)	5,90 $\pm 0,35$ (n=7)	6,29 ($\pm 0,25$; 6)
Futaie de feuillus et taillis	3,07 ($\pm 1,06$; 4)	4,54 ($\pm 0,91$; 4)	3,27 ($\pm 1,21$; 5)	7,56 ($\pm 1,45$; 2)
Futaie de pin laricio	-	2,64 (1)	1,64 ($\pm 0,80$; 2)	-
<i>Bois de Vinceuil</i>				
Eau profonde	26,84 ($\pm 3,27$; 2)	15,04 ($\pm 5,49$; 2)	18,96 ($\pm 4,48$; 2)	19,57 ($\pm 1,31$; 2)
Forêt de feuillus	69,02 ($\pm 4,17$; 2)	81,19 ($\pm 5,11$; 2)	73,60 ($\pm 3,30$; 2)	67,70 ($\pm 0,63$; 2)
Prairie permanente	-	2,23 (1)	5,01 (1)	9,24 (1)
Boisements marécageux	4,14 ($\pm 0,90$; 2)	2,66 ($\pm 0,73$; 2)	4,93 ($\pm 1,31$; 2)	8,11 ($\pm 3,93$; 2)

(*) Saulaie inondée et touradons de carex.

2.2.2. Sélection d'habitats

Aux étangs de la Houssaye, trois types d'habitats sont préférés et présentent des indices de Jacob positifs: les *berges* (la saulaie inondée et les touradons de carex), la *forêt de feuillus et taillis*, et les *chemins* (**Figure 11.A**). En revanche, les individus évitent les secteurs de *cultures intensives* et d'*eau profonde*.

Aux étangs du bois de Vinceuil, les individus utilisent préférentiellement les *boisements marécageux* et ont tendance à éviter l'*eau profonde* et la *forêt de feuillus et taillis* (**Figure 11.B**).

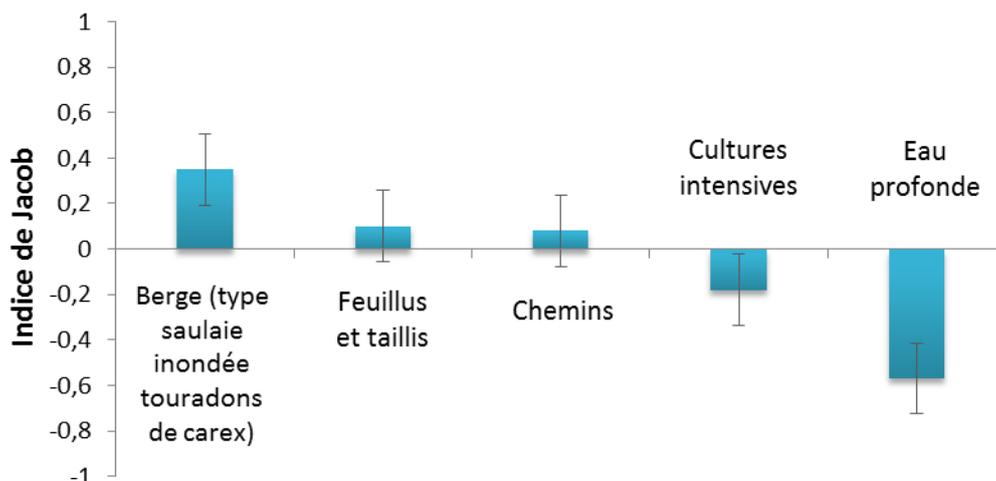
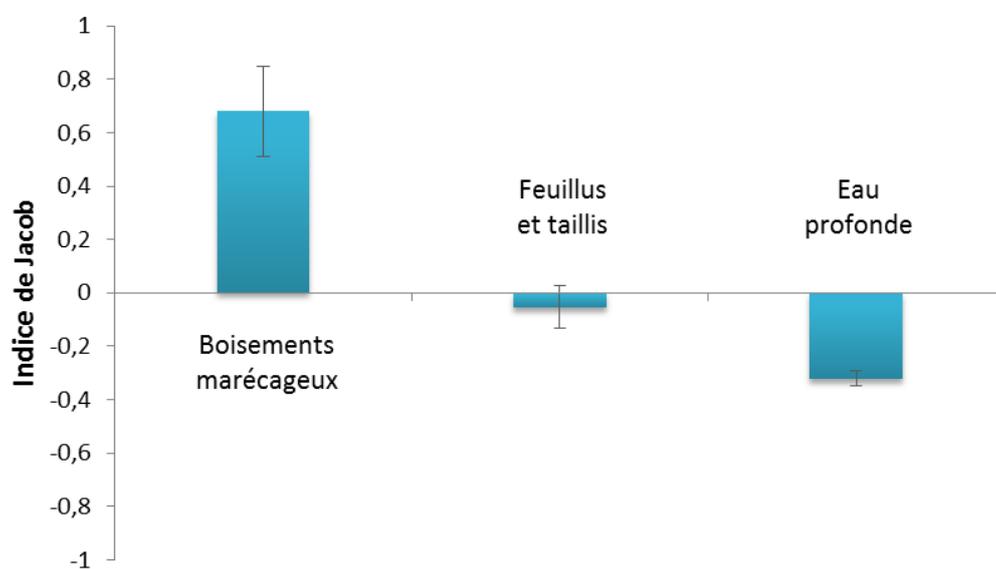
A**B**

Figure 11. Indices de Jacob moyen (\pm erreur standard) obtenus pour les différents habitats sur le site de la Houssaye (A) et du bois de Vinceuil (b) pour les individus équipés de GPS (N=6 et N=2 respectivement).

Discussion

Le suivi réalisé sur les deux modèles biologiques, la Leucorrhine à large queue et la Cistude d'Europe, au niveau de la Touraine du sud a permis d'obtenir des informations précises sur leur écologie grâce aux nouvelles techniques employées lors de cette étude.

Concernant la Leucorrhine, l'étude a permis d'apporter des informations sur l'écologie des immatures de façon plus précise. C'est en effet pendant la période de maturation des individus que les individus sont souvent considérés comme étant les plus mobiles et peuvent s'éloigner de leur plans d'eau parfois sur de très longues distances (Vonwil, 2005 ; Keller *et al.*, 2010). Les études ayant cherché à suivre des individus ténéraux dans les premiers jours suivant leur émergence sont toutefois particulièrement peu nombreuses (e. g. Hardersen, 2007). Les résultats obtenus ici montrent que les individus ténéraux ne restent pas directement sur leur site d'émergence mais, au contraire, qu'ils s'éloignent de celui-ci au fil du temps. Les distances de dispersion observées restent toutefois relativement faibles avec une distance maximale de dispersion obtenue de 240 mètres. Ce résultat peut paraître assez faible au regard des événements de dispersion de plusieurs kilomètres (parfois supérieurs à 5 kilomètres) qui peuvent s'observer chez cette espèce (Vonwil, 2005 ; Keller *et al.*, 2010). Les résultats confirment donc que les dispersions sur de longues distances ne sont pas la règle chez cette espèce mais concernent uniquement une minorité d'individus. Ces mêmes auteurs indiquent d'ailleurs également dans leur étude que la plupart des individus sont retrouvés sur le plan d'eau d'origine et considèrent la Leucorrhine comme une espèce principalement sédentaire. Il est toutefois important de noter ici qu'aucune observation n'a été faite entre le 6^{ème} et le 10^{ème} jour, deux hypothèses peuvent alors être considérées. La première est que le tampon d'un kilomètre choisi est finalement trop petit et donc que les immatures auraient été au-delà de cette zone. La deuxième est que les immatures auraient pu aller progressivement au-dessus de la forêt. La technique RECCO n'est en effet pas assez puissante pour permettre de détecter correctement les balises dans le feuillage dense de la canopée. Les détections obtenues après le 10^{ème} jour laisse supposer l'existence d'une phase de retour à la fin de la maturation. Ainsi, les individus quittent le site d'émergence pour la maturation puis y reviendraient après une dizaine de jours. Cette hypothèse va dans le sens d'une précédente étude de CMR qui avait permis de montrer que la majorité des individus retourne sur le plan d'eau où ils ont été marqués (Keller *et al.*, 2010). Cependant, il n'y a eu que peu de détection après 10 jours et la réelle existence de cette phase de retour reste donc à confirmer plus précisément. Toutefois si elle existe, la durée de la période de maturation la Leucorrhine sur la mare de la Rolle serait d'environ une

dizaine de jours, ce qui confirme les estimations déjà disponibles chez cette espèce (Grand & Boudot, 2006 ; Dupont *et al.*, 2010).

Les individus immatures détectés présentaient une répartition agrégée dans le paysage. La maturation a eu lieu dans une zone où l'habitat est hétérogène et dont la plus grande surface est représentée par la forêt. Les résultats obtenus ont montré que l'eau influence la répartition des immatures chez la Leucorrhine. Ainsi, quelle que soit l'échelle spatiale prise en compte, la probabilité de présence d'individus immatures diminue lorsque l'eau est retrouvée en proportion importante. Les immatures évitent donc cet habitat durant leur phase de maturation. Ce résultat vient ainsi confirmer les observations de terrain réalisées sur ce site depuis plusieurs années où aucun immature (hors individus tout juste émergent) n'a été observé volant au-dessus de la mare (E. Sansault & R. Baeta, *com. pers.*). Toutefois, cette surface en eau est uniquement limitée à la zone d'émergence. Il est donc également possible que les immatures évitent leur site d'émergence plutôt que l'eau car aucune autre zone en eau favorable à l'espèce n'était présente près de la mare de la Rolle. L'évitement de l'eau par les individus ténéraires jusqu'à leur maturation sexuelle est toutefois un comportement déjà fréquemment observé chez de nombreuses espèces d'Odonates (e. g. Pajunen, 1962 ; Parr & Parr 1974 ; Jödicke 1997 ; Ha *et al.*, 2002). Bien entendu, bien que l'eau soit évitée lors de la phase de maturation, celle-ci reste nécessaire à d'autres phases de vie comme le développement larvaire ou pour la ponte des femelles (Dupont *et al.*, 2010). A l'échelle de la zone de maturation, aucune préférence n'a pu être mise en avant concernant les habitats terrestres et la Leucorrhine ne semble donc pas sélectionner un habitat plus qu'un autre. Elle utilise plutôt une association d'habitats allant de milieux ouverts tels que des prairies à des milieux fermés tels que la canopée des forêts de feuillus. Ces résultats confirment que la préservation de l'hétérogénéité des strates de végétation autour de son lieu d'émergence est importante pour l'espèce (Dupont *et al.*, 2010). La perte de détection à partir de 6 jours suggère que les individus auraient colonisé progressivement la canopée et y seraient restés pour leur période de maturation. Cette hypothèse est également avancée par Courant & Même-Lafond (2011). De plus, au moment du relâché, les immatures prennent de la hauteur et se réfugient dans les arbres. Des immatures d'autres espèces d'odonates utiliseraient également la forêt et la canopée comme par exemple *Epithea bimaculata* ou *Somatochlora flavomaculata* (Pajunen, 1962 ; Corbet, 1999 ; Ha *et al.*, 2002 ; Monnerat, 2013). Ils pourraient s'y réfugier pour éviter les autres espèces volant au-dessus de l'eau et en particulier les adultes déjà territorialisés, ou bien pour y trouver les ressources nécessaires à leur maturation.

En parallèle de la recherche des immatures des Leucorrhines, l'échantillonnage classique des Odonates (aux jumelles et au filet à papillons) a permis de noter un important cortège

d'espèces dans la zone d'étude. Ainsi, en dehors du périmètre restreint de 250 mètres autour de la mare de la Rolle, de nombreuses espèces ont pu être observées et cela à multiples reprises (22 espèces d'Odonates ; Annexe 3). Lors de ces prospections, la Leucorrhine n'a en revanche été observée qu'une fois sur un étang situé à 800 mètres de la mare de la Rolle. Il s'agissait d'un mâle mature non territorialisé. Aucune preuve de reproduction n'a été mise en évidence sur cet étang, que ce soit par la recherche d'exuvies ou l'observation de reproduction. Ces données (ou plutôt la quasi absence de données de Leucorrhines) confirment donc l'hypothèse que cette espèce n'utilise pas les linéaires de types chemins pour disperser (de même que les nombreux milieux ouverts prospectés au sein de la zone d'étude) mais bien un autre habitat inaccessible aux prospections et à la détection du RECCO : la canopée. Une étude menée en Suisse a montré que certains éléments du paysage (haies, zones boisées, plans d'eau) ne seraient pas une barrière à la dispersion de *L. caudalis* sur une longue distance (Bolliger *et al.*, 2011). Toutefois, cette étude avait été menée sur un site plutôt ouvert sans réelle discontinuité écologique et ces résultats méritent donc encore d'être précisés. La présente étude tend quant à elle à montrer l'importance de la canopée dans la dispersion et la maturation des immatures.

La technologie RECCO permet une très bonne détection sur milieu ouvert (plus de 100 mètres) mais en milieu fermé, cette distance est réduite. Il serait intéressant de réaliser ce type de suivi sur des sites un peu plus ouverts d'Indre et Loire (ou ailleurs) pour faciliter la détection. La distance de détection est toutefois meilleure que celle de 85 mètres obtenue par Hardersen (2007). De plus, la technologie ne permet pas de différencier les individus. Enfin, la dispersion des immatures pourrait également être étudiée par des analyses génétiques comme réalisées par Keller *et al.* (2010).

En ce qui concerne les Cistudes d'Europe, aucune différence n'a été trouvée pour la taille du domaine vital entre les mâles et les femelles ou bien entre le site de la Houssaye et le site de Vinceuil. D'autres études ont également montré que la taille du domaine vital n'était pas différente entre les mâles et les femelles (Thienpont, 2005 ; Cadi *et al.*, 2004). La taille d'un domaine vital peut changer selon plusieurs paramètres comme la nourriture présente sur le site, la disponibilité de l'habitat ou bien la taille et l'âge de l'individu (Savitz *et al.*, 1983a, 1983b, dans Blanc 2005). L'absence d'effet des sites sur la taille des domaines vitaux durant l'étude est toutefois à pondérer. En effet, cette étude s'est déroulée sur une période relativement courte du cycle de vie des Cistudes. Or la période de suivi durant laquelle les données sont récoltées influence la taille du domaine vital (Harris *et al.*, 1990, dans Blanc 2005). En particulier, la période entourant l'hivernation n'a pas été étudiée. La recherche d'un

habitat pour hiverner aurait certainement augmenté la taille du domaine vital des individus et des différences auraient pu alors voir le jour entre les étangs de la Houssaye et ceux du bois de Vinceuil. Ainsi, pour estimer de manière plus juste la taille du domaine vital des Cistudes, il conviendrait de réitérer l'étude en considérant l'ensemble du cycle biologique des Cistudes.

L'étude des habitats présents dans le domaine vital de la Cistude montre que l'eau est présente en proportion importante pour le site de la Houssaye. Cette proportion s'explique par le fait que les points GPS sont présents tout autour de l'étang et la méthode a englobé tous ces points en incluant toute la surface en eau. La berge de type saulaie inondée et touradons de carex augmente progressivement jusqu'au cœur d'activité. Ces habitats, de type débris ligneux ou touradons de carex sur les bordures de plans d'eau, sont très utilisés comme site d'insolation (Owen-Jones, 2011) et représentent un enjeu important pour la conservation de la population. De plus, d'après les points GPS obtenus, il semblerait que les zones les plus utilisées de la berge soient les zones les plus larges. La culture représente une proportion importante dans le domaine vital. Cet habitat a été utilisé au cours du suivi comme site de ponte (Annexe 4). A noter qu'il s'agit là du premier site de ponte découvert sur les étangs de la Houssaye. En comparaison avec le site de la Houssaye, le site de Vinceuil ne présente pas une grande mosaïque d'habitats. Les habitats présents à Vinceuil sont la forêt en majorité, ainsi que l'eau. La proportion des domaines vitaux et donc de la proportion d'habitat qui sont inclus dépend de la configuration du site et de la surface en eau disponible (Priol, 2009). Au site de Vinceuil, les étangs sont plutôt en longueur, ce qui minimise la surface en eau dans le domaine vital. Les boisements marécageux sont présents en faible proportion, mais ils augmentent progressivement jusqu'au cœur d'activité des individus. Ce type d'habitat est utilisé comme site d'insolation car des postes y sont présents (branches émergées). Il est important de remarquer que l'habitat *prairie* n'est en fait pas réellement utilisé car les prairies sont entourées de grillage à fine maille au niveau du sol, ce qui rend le passage des Cistudes impossible. La méthode utilisée pour calculer les domaines vitaux ne rend pas compte de ces obstacles et la phase de vérification sur le terrain est donc nécessaire pour apporter ce genre de précision. Ce type de milieu pourrait tout à fait correspondre à un site de ponte. Cet élément fragmentant du paysage pourrait empêcher les Cistudes de trouver une bonne zone de ponte. C'est d'ailleurs sur ce site que la plus faible proportion de juvénile a été observée cette année (résultats non présentés) et l'année précédente (Giordano, 2014).

Les indices de Jacob apportent également des informations intéressantes quant à la sélection des habitats. En milieu agricole (site de la Houssaye) qui est donc plutôt ouvert, les individus utilisent préférentiellement la berge de type saulaie inondée et touradons de carex. L'utilisation de ce type d'habitat est tout à fait conforme aux observations habituelles et aux données

bibliographiques (Priol, 2009 ; Owen-Jones, 2011). Il est également intéressant de remarquer que la forêt est sélectionnée, mais sur ce site elle est présente au niveau de la digue entre la saulaie inondée de l'étang ouest et l'étang du milieu. Les Cistudes se positionnent sans doute sur la pente de la digue car beaucoup de branches d'arbres sont présentes et ils servent de zones d'insolation. Sur le site du bois de Vinceuil (milieu forestier), les boisements marécageux sont décrits pour être en faibles proportions même pour le cœur d'activité. Ceci ne reflète pas le degré de préférence d'habitat de l'espèce pour le cœur d'activité. D'après les indices de Jacob, ce sont les boisements marécageux qui sont sélectionnés du fait de la présence de nombreux postes d'insolation. De plus, ce dernier constitue un corridor écologique pour les déplacements de l'individu, notamment pour la dispersion ou bien encore la recherche de site de ponte à des distances plus ou moins grandes de l'étang. Un suivi d'une Cistude grâce à l'antenne Yagi a permis sa détection dans une mare forestière à environ 230m de l'étang où elle a été capturée, durant plusieurs jours, avant de revenir à l'étang. Elle aurait donc sans doute utilisé ce type d'habitat pour se déplacer. D'autre part, des points GPS ont été enregistrés le long d'un boisement marécageux reliant l'étang Sud à l'étang du milieu (**Figure 12**). La technologie GPS permet donc d'apporter une confirmation à cette hypothèse.

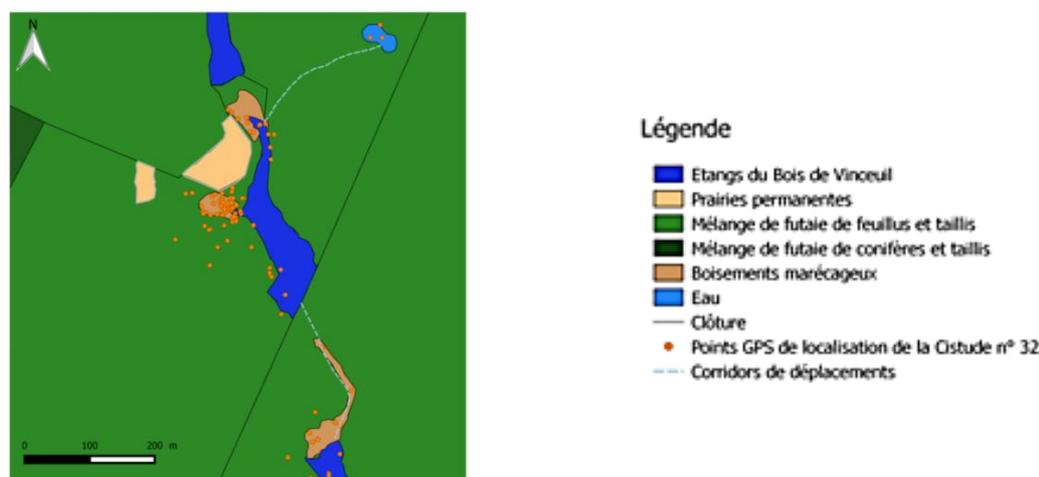


Figure 12. Carte du site du bois de Vinceuil avec les points du GPS 150_099 correspondant à la Cistude n°32. Les traits pointillés représentent les corridors potentiels utilisés par la Cistude.

Sur le site de la Houssaye, des points GPS d'une Cistude ont été enregistrés le long d'un canal à environ 230 mètres de l'étang, milieu également connu pour être un corridor (Priol, 2009). Sur les deux sites, l'eau profonde est évitée par les Cistudes. Mais ceci est dû à la non capacité du GPS à prendre des points du fait de la différence de densité et de la vitesse de propagation des ondes entre l'eau et l'air. En effet, l'interface entre l'eau et l'air agit comme une barrière réfléchissant l'onde. Ainsi aucun point n'a été pris lorsque la Cistude était enfouie dans la vase sous une profondeur d'eau importante (environ 1 mètre). Les points n'ont pas été pris la nuit, ce qui suggère que la Cistude aurait un « territoire de nuit » différent de son « territoire de

jour », elle passerait donc la nuit plutôt sous l'eau. Les seuls points obtenus la nuit sont ceux ayant eu lieu lors des déplacements terrestres pour l'évènement de ponte.

Les résultats obtenus montrent que les berges marécageuses, qu'elles soient de type touradons de carex ou bien boisements marécageux, nécessitent une attention particulière en terme de conservation, d'autant plus que la Cistude est une espèce très fidèle à son milieu de vie. La survie des populations passe également par un rétablissement des sites de ponte. En effet, le premier site découvert à la Houssaye se situe en pleine culture intensive et l'intervention mécanisée constitue ici une menace pour les pontes. De plus, sur le site de Vinceuil, aucun site de ponte n'a été découvert et le nombre de jeunes observés y est très faible.

Les balises GPS posées sur les Cistudes permettent un suivi plus confortable, en comparaison à la télémétrie. Cependant, la batterie du GPS n'a pas fonctionné aussi longtemps que prévu, ce qui serait sûrement dû à un court-circuit. Le protocole de fabrication peut être amélioré pour rendre les GPS plus résistants car il semblait assez inadapté aux conditions de vie et aux comportements de la Cistude (alternance eau / exposition au soleil) malgré la couche de résine appliquée sur le panneau solaire.

L'étude et la gestion conservatoire des sites de présence et de leurs connectivités sont des enjeux importants pour la survie des populations de Leucorrhines à large queue et de Cistudes d'Europe. D'une part, un suivi annuel du site de la Rolle pourrait être réalisé afin d'étudier les éventuelles fluctuations d'effectifs de Leucorrhines et d'évaluer chaque année la santé de la population. Concernant les Cistudes, des mesures de conservation sont prévues dans les prochaines années afin de minimiser les impacts négatifs sur leur reproduction. Par exemple, il serait intéressant de conserver la zone de ponte identifiée en évitant le labourage lors des périodes d'incubation. D'autant que les Cistudes sont fidèles à leur site de ponte (Priol, 2009). D'autre part, chez ces deux espèces, les corridors écologiques permettent la dispersion des individus et le brassage génétique entre les populations. Chez la Cistude, ces corridors sont également indispensables aux déplacements entre les sites d'activités. Les continuités écologiques identifiées doivent donc être prises en compte et préservées dans le cas de tout aménagement afin de veiller au bon déroulement du cycle biologique des individus. Dans le cadre d'études sur des espèces multi-habitats, comme la Leucorrhine à large queue et la Cistude d'Europe, il est important d'intégrer une approche paysagère et de considérer les domaines vitaux dans leur ensemble, c'est-à-dire comportant une mosaïque d'habitats. En effet, différents types de macro et micro-habitats sont nécessaires aux phases de leur cycle biologique. Dans le cadre des différents projets naturalistes en cours dans le département (atlas, inventaires de biodiversité communaux,...), d'autres réservoirs et corridors pourront être identifiés et intégrés dans l'élaboration des Trames Verte et Bleue à l'échelle locale.

Bibliographie

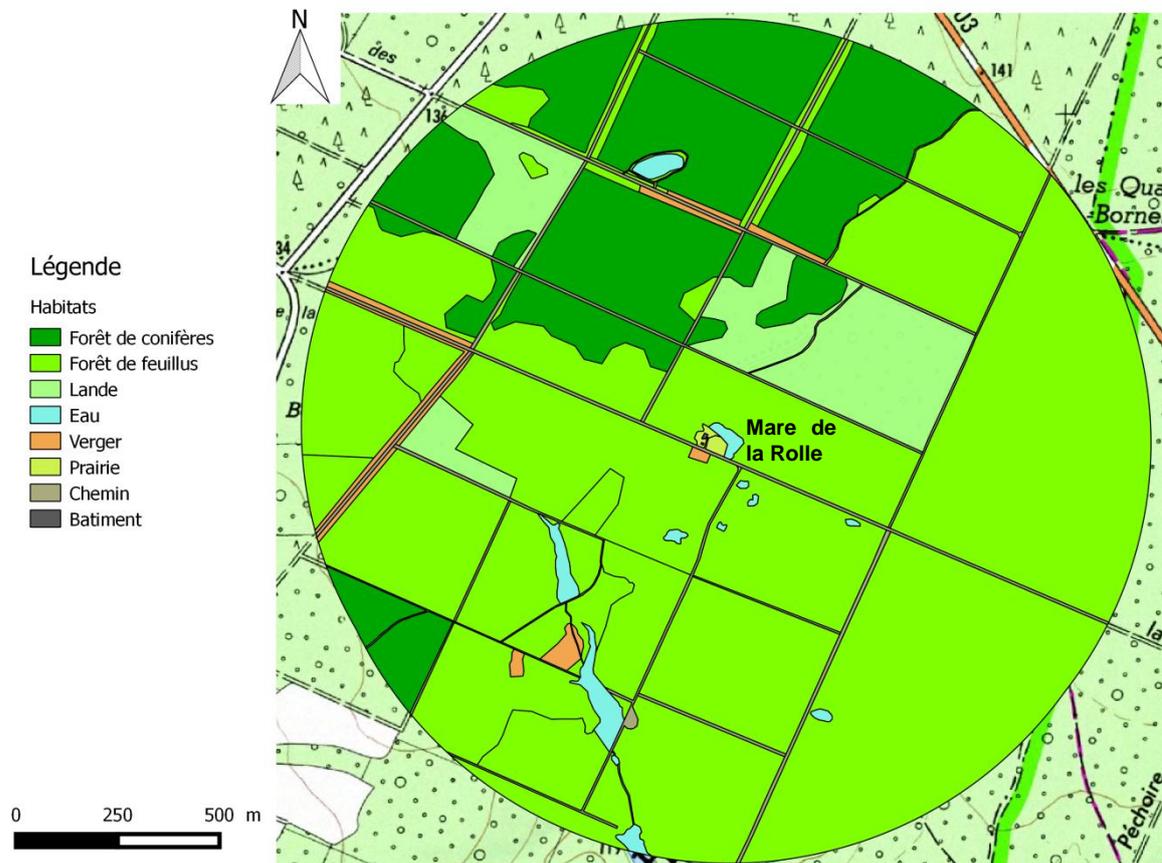
- Baeta R., Sansault E. & Pincebourde S., 2012a. Déclinaison régionale du Plan national d'actions en faveur des Odonates en région Centre 2013-2017. Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes CAUDALIS / Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Centre, 113 p.
- Baeta R., Sansault E. & Présent J., 2012b. Répartition et première estimation quantitative des populations de *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840) en Indre-et-Loire (37), région Centre (Odonata, Anisoptera : Libellulidae). *Martinia*. Tome 28, fascicule 2. Pages 109-119.
- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., et al., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471, 51-57.
- BIOTOPE, 2014. Schéma régional de cohérence écologique du Centre. Résumé non technique. DREAL Centre / Région Centre.
- Blake, S., Deem, S.L., Strindberg, S., Maisels, F., Momont, L., Isia, I.-B., Douglas-Hamilton, I., Karesh, W.B., and Kock, M.D. (2008). Roadless Wilderness Area Determines Forest Elephant Movements in the Congo Basin. *PLoS ONE* 3, e3546.
- Blanc L., 2005. Analyse des données de radiopistage ; objectifs et méthodes, fiche thématique ADE-4 in Université Lyon 1, site de l'Université de Lyon 1, 84 p.
- Bolliger, J., Keller, D., and Holderegger, R., 2011. When landscape variables do not explain migration rates: An example from an endangered dragonfly, *Leucorrhinia caudalis* (Odonata: Libellulidae). *European Journal of Entomology* 108, 327-330.
- Boyer & Dohogne, 2008. Atlas de répartition des reptiles et amphibiens de l'Indre. 160 pp.
- Burt, W.H., 1943. Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy* 24, 346-352.
- Cadi, A., Nemoz, M., Thienpont, S. & Joly, P., 2004. Home range, movements, and habitat use of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Rhône-Alpes region, France. *Biologia, Bratislava*, 59/Suppl. 14: 89-94; ISSN 0006-3088.
- Calenge, C. 2006. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological modelling*, 197, 516-519.
- CETE Normandie Centre, DREAL Centre, CBNBP & BIOTOPE, 2014. Schéma régional de cohérence écologique du Centre. Volume 2 - Composantes de la trame verte et bleue régionale. DREAL Centre / Région Centre.
- Cizel / Groupe d'histoire des zones humide, 2010. Protection et gestion des espaces humides et aquatiques, Guide juridique d'accompagnement des bassins de Rhône-Méditerranée et de Corse, Agence de l'eau et RM&C, Pôle relais lagunes méditerranéennes, 566p.
- Clarkson B. R., Ausseil A. G. E., Gerbeaux P., & Dymond J. R., 2013. Wetland ecosystem services. *Ecosystem services in New Zealand: conditions and trends*, 192-202.
- Courant S. & Même-Lafond B., 2011. Écologie et gestion des populations de *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) et *L. caudalis* (Charpentier, 1840) (Odonata, Anisoptera : Libellulidae) sur un étang du Saumarois (département du Maine-et-Loire). *Martinia*. Tome 27, fascicule 2. Pages 81-94.
- Corbet, P.S., 1999. Dragonflies : behaviour and ecology of Odonata. Cornell University Press, Ithaca.

- De Groot, R.S., Wilson, M.A., and Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393–408.
- Dijkstra K.-D. B. & Lewington R., 2007. Guide des Libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, Paris. 320 pages.
- Dohogne, R., 2013. Liste rouge des reptiles de la région Centre : 385 – 395, in Nature Centre, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 2014 – Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre. Nature Centre éd., Orléans, 504 p.
- Dommanget J.-L., Prioul B. & Gajdos A., 2009. Document préparatoire à une Liste Rouge des Odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire. Document original en 2007, mis à jour en 2009. Société française d'Odonatologie. 47 pages.
- Drouault, C., & Gergonne, J., 2014. Conception d'un système pour étudier l'espace de vie des Cistudes d'Europe. 51 p.
- Dupont P., 2010. Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 pp.
- Fu, W., Liu, S., Degloria, S.D., Dong, S., and Beazley, R., 2010. Characterizing the "fragmentation-barrier" effect of road networks on landscape connectivity: A case study in Xishuangbanna, Southwest China. *Landscape and Urban Planning* 95, 122–129.
- Giordano C., 2014. Suivi de populations de Cistude d'Europe *Emys orbicularis* (Linné, 1758) en Indre-et-Loire (Chelonia Emydidae). 35 pages.
- Grand D., Boudot J.-P., 2006. Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480 pages.
- Guzy, J.C., Price, S.J., and Dorcas, M.E. (2013). The spatial configuration of greenspace affects semi-aquatic turtle occupancy and species richness in a suburban landscape. *Landscape and Urban Planning* 117, 46–56.
- Ha, L.Y., H. Wildermuth & S. Dorn, 2002. Emergenz von *Cordulia aenea* (Odonata: Cordulidae). *Libellula* 21: 1-14.
- Hardersen, S., (2007). Telemetry of Anisoptera after emergence first results (Odonata). *International Journal of Odonatology* 10, 189–202.
- Harris, S., Cresswell, W.J., Forde, F.G., Trewhella, W.J., Woollard, T. & Wray, S., 1990. Home range analysis using radio-tracking data. A review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal revue* : 20,(2,3), 97-123.
- Hodgson, J.A., Moilanen, A., Wintle, B.A., and Thomas, C.D., 2011. Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. *Journal of Applied Ecology* 48, 148–152.
- Houard X., Jaulin S., Dupont P. & Merlet F., 2012. Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB – Odonates, Orthoptères et Rhopalocères. Opie. 29 pp. + 71 pp. d'annexes.
- Jödicke R., 1997. Die Bisenjungfern und Winterlibellen Europas. Lestidae. Westarp, Magdeburg.
- Keller, D., Brodbeck, S., Flöss, I., Vonwil, G., and Holderegger, R. (2010). Ecological and genetic measurements of dispersal in a threatened dragonfly. *Biological Conservation* 143, 2658–2663.
- Merlet, F., Houard, X., 2012. Synthèse bibliographique sur les traits de vie de la Leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis* (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. 9 pages.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie (MEDAD), 2007. Le Grenelle de l'environnement. Groupe 2 : « *Préserver la biodiversité et les ressources naturelles* », Rapport de synthèse, 143 p.
- Mohr, C.O., 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *Am. Midl. Nat.*, 37: 223-249.
- Monnerat, C., 2013. Fiches de protection espèces – Libellules – *Epitheca bimaculata*. Groupe de travail pour la conservation des Libellules de Suisse GTCLS – Bâle, CSCF info fauna – Neuchâtel, OFEV, Berne. 5 pp.
- Muller D., 2013. Caractérisation du microclimat des larves d'Odonates matures. Rapport de stage Master 2. Université de Lorraine, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (CNRS). 62 pp.
- Muratet, J., 2015. Identifier les reptiles de France métropolitaine. Ed. Ecodiv, France, 530 p.
- Owen-Jones Z., 2010. Etude sur le statut de la Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, dans le département d'Indre-et-Loire (37), 26 pp.
- Owen-Jones Z., 2011. Plan Régional d'Actions Cistude d'Europe 2011-2015. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre.
- Pajunen, V.I., 1962. Studies on the population ecology of *Leucorrhinia dubia* V.d., Lind. (Odon., Libellulidae). *Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae 'Vanamo'* 24 (4): 1-79.
- Parr, M.J. & M. Parr, 1974. Studies on the behaviour and ecology of *Nesciothemis nigeriensis* Gambles (Anisoptera : Libellulidar). *Odonatologica* 3: 21-47.
- Priol P., 2009, Guide technique pour la conservation de la Cistude d'Europe en Aquitaine, Cistude Nature, BLH, Le Haillan, 166 p.
- Sansault E. & Lett J.-M., 2012. Liste rouge des Odonates de la région Centre : 275-293, in *Nature Centre, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 2014 - Livre rouge des habitats naturels et espèces menacés de la région Centre*. Nature Centre éd., Orléans, 504p.
- Sansault, E. & Baeta, R. (ANEPE CAUDALIS), 2013. Plan régional d'actions Cistude d'Europe. Compte-rendu de la mission menée par l'ANEPE CAUDALIS en Indre-et-Loire. Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes CAUDALIS / Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre, 14 pp.
- Savitz, J., Fish, P.A. & Wesley, R., 1983a. Habitat utilization and movement of fish determined by radio-telemetry. *Journal of Freshwater Ecology* : 2,(2), 165-174.
- Savitz, J., Fish, P.A. & Wesley, R., 1983b. Effects of forage on home-range size of Largemouth Bass. *Transactions of the American Fisheries Society* : 112, 772-776.
- Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2006. Le Manuel de la Convention de Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 4e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- Sordello R., Comolet-Tirman J., De Massary J.C., Dupont P., Haffner P., Rogeon G., Sibley J.P., Touroult J., Trouvilliez J., 2011. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les espèces. Rapport MNHN-SPN. 57 pages.

- Teucher, M., Fischer, C., Busch, C., Horn, M., Igl, J., Kerner, J., Müller, A., Mulwa, R.K., and Habel, J.C. (2015). A Kenyan endemic bird species *Turdoides hindei* at home in invasive thickets. *Basic and Applied Ecology* 16, 180–188.
- The List of Wetlands of International Importance, 2015.
- Thienpont S., 2005. Habitats et comportements de ponte et d'hivernation chez la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Isère. 160 p.
- Thienpont S., 2011. Plan National d'Actions en faveur de la Cistude d'Europe 2011-2015. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transport et du Logement. 111 p.
- Thompson J. D., Ronce O., 2010. Fragmentation des habitats et dynamique de la biodiversité. Société Française d'Ecologie, 6p.
- Verhoeven, J.T.A., 2014. Wetlands in Europe: Perspectives for restoration of a lost paradise. *Ecological Engineering* 66, 6–9.
- Vonwil, G., 2005. *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840). In: WILDERMUTH H., GONSETH Y., MAIBACH A. (Eds.) (2005). Odonata – Libellen der Schweiz. CSCF/SEG, Neuchâtel. Pages 294–297.
- Walker, D., McGrady, M., McCluskie, A., Madders, M., and McLeod, D.R.A., 2005. Resident Golden Eagle ranging behaviour before and after construction of a windfarm in Argyll. *Scottish Birds* 25, 24.
- Worton, B.J., 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70, 164–168.

Annexe 1 : Cartographie du site d'étude pour la Leucorrhine

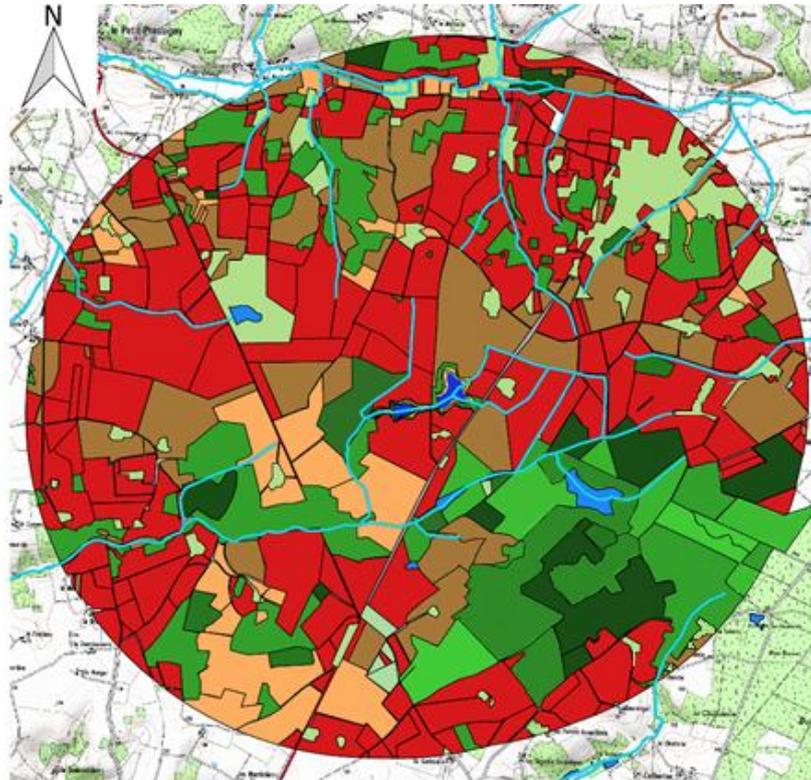


Annexe 2 : Cartographie des sites d'études pour la Cistude

Site de la Houssaye

Légende

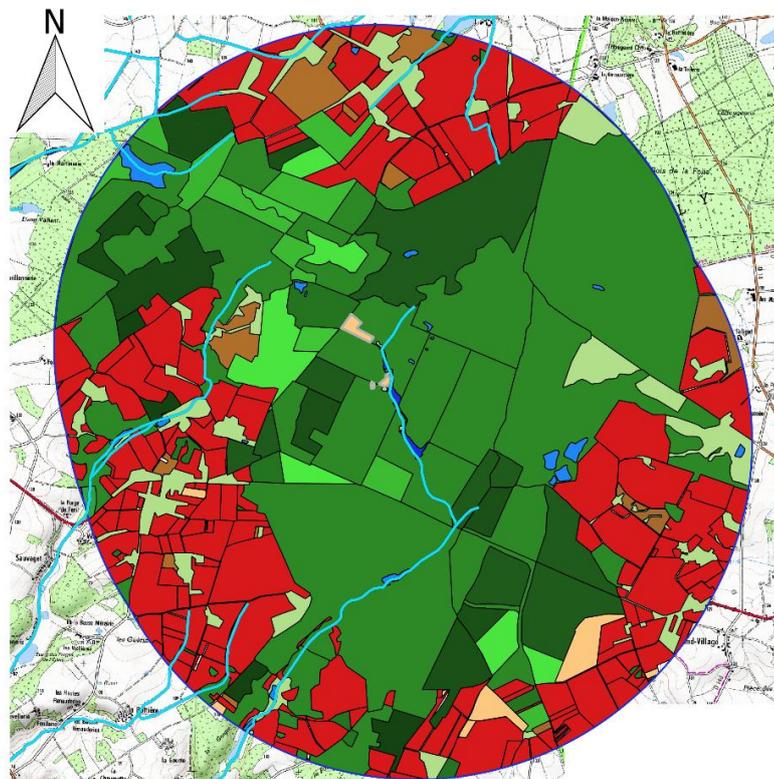
- Etangs de la Houssaye
- Cultures intensives
- Prairies permanentes
- Prairies temporaires
- Verger
- Mélange de futaie de feuillus et taillis
- Jeune futaie de pin laricio
- Futaie adulte de pin laricio
- Futaie adulte de chênes
- Taillis
- Futaie adulte de pins indifférenciés
- Futaie adulte de pins sylvestre
- Chemin
- Route
- Autre
- Roselière
- Touradons de carex
- Saulaie inondée
- Eau
- Réseau hydrographique



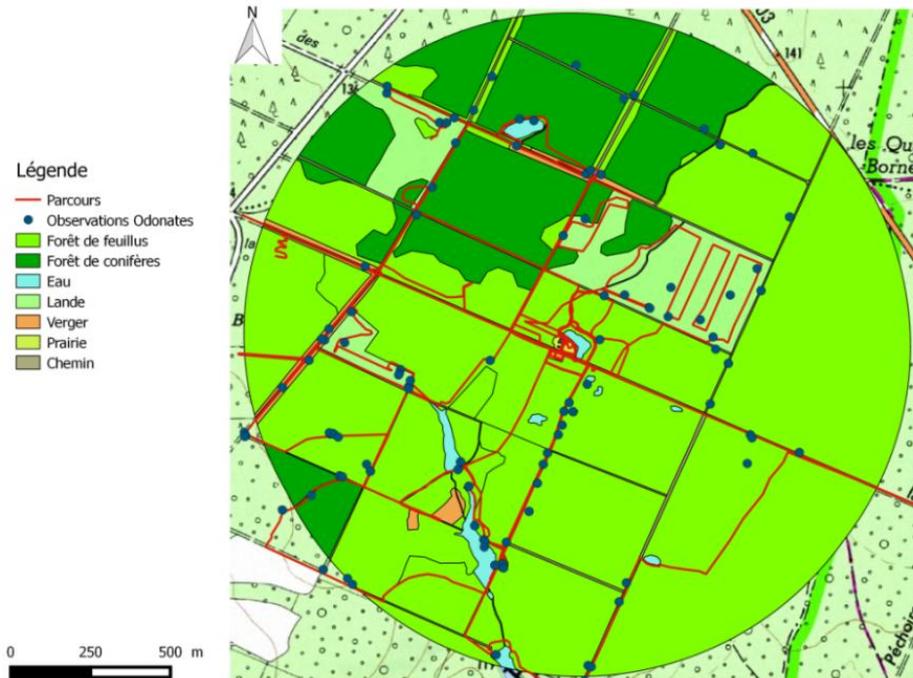
Site du bois de Vinceuil

Légende

- Etangs du Bois de Vinceuil
- Cultures intensives
- Prairies permanentes
- Prairies temporaires
- Mélange de futaie de feuillus et taillis
- Futaie adulte de pins indifférenciés
- Jeune futaie de chênes
- Futaie adulte de chênes
- Jeune futaie de pin laricio
- Futaie adulte de pin laricio
- Taillis
- Mélange de futaie de conifères et taillis
- Peupleraie
- Jeune futaie de feuillus indifférenciés
- Boisements marécageux
- Autre
- Eau
- Réseau hydrographique

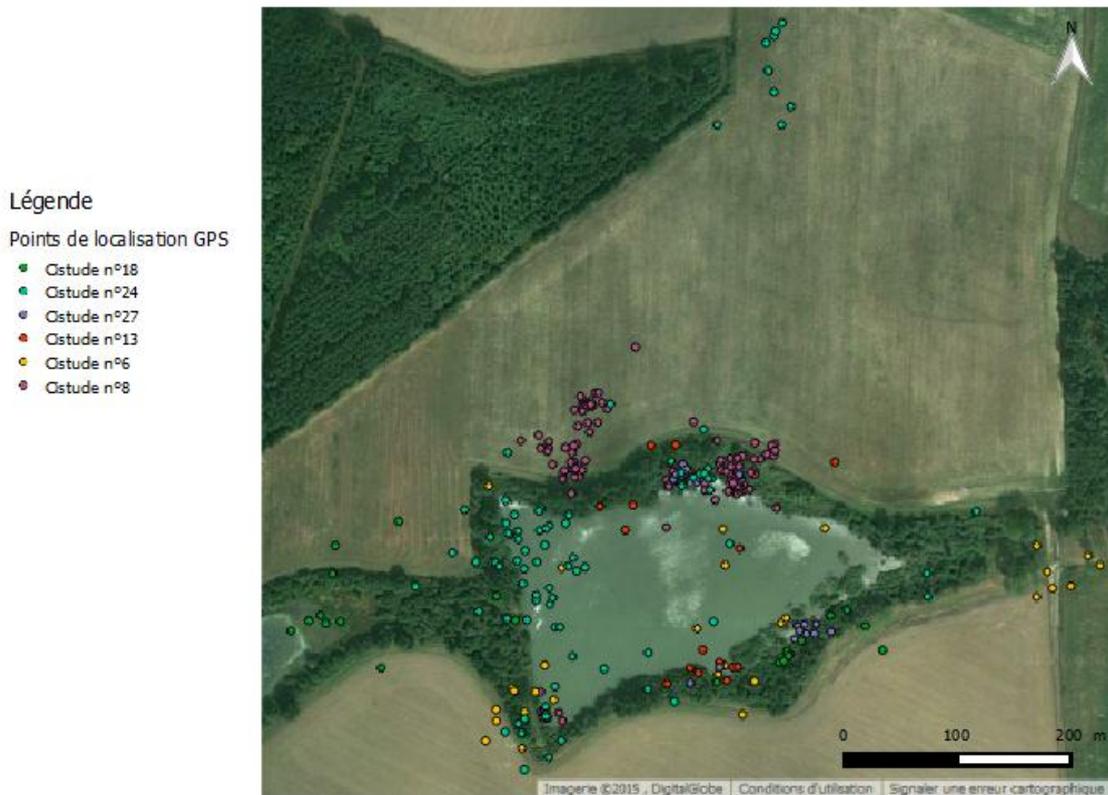


Annexe 3 : Espèces d'Odonates trouvées dans le rayon d'un kilomètre

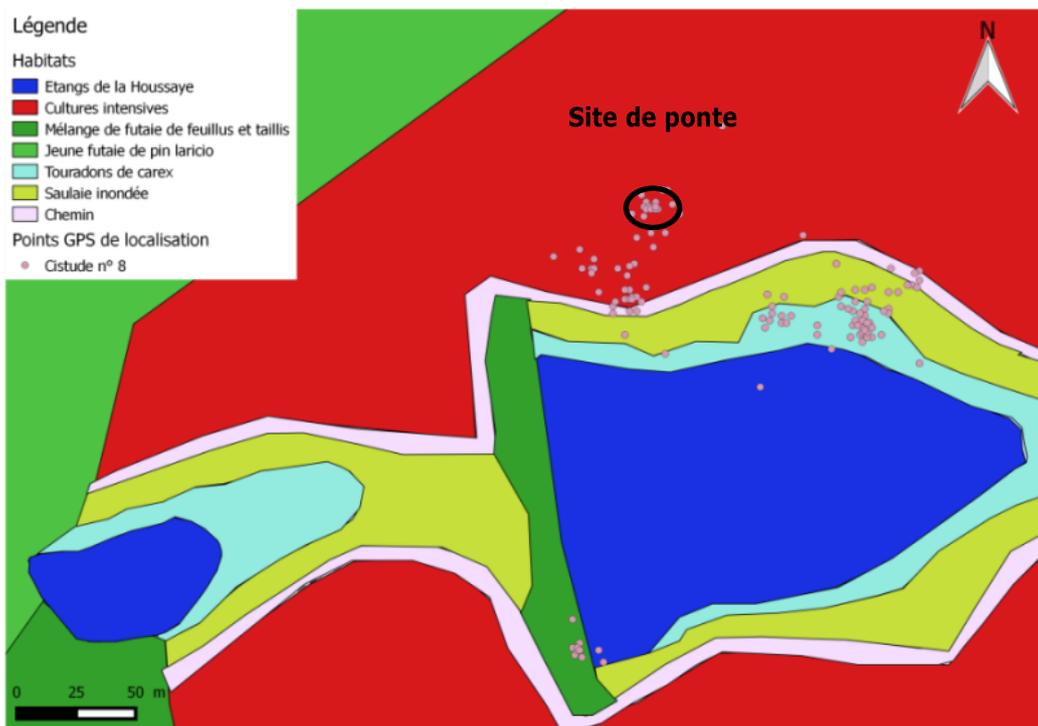


Anisoptères		Zygoptères	
Espèces	Nombre de contact	Espèces	Nombre de contact
<i>Anax imperator</i>	20	<i>Calopteryx splendens splendens</i>	1
<i>Anisoptera sp.</i>	2	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	1
<i>Brachytron pratense</i>	5	<i>Coenagrion puella</i>	16
<i>Cordulia aenea</i>	11	<i>Coenagrion scitulum</i>	3
<i>Cordulie sp.</i>	1	<i>Coenagrion sp.</i>	2
<i>Epitheca bimaculata</i>	4	<i>Enallagma cyathigerum</i>	9
<i>Gomphus pulchellus</i>	5	<i>Erythromma lindenii</i>	1
<i>Gomphus simillimus</i>	1	<i>Erythromma najas</i>	2
<i>Gomphus sp.</i>	1	<i>Ischnura elegans</i>	4
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	6	<i>Platycnemis acutipennis</i>	18
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	1	<i>Platycnemis pennipes</i>	6
<i>Libellula depressa</i>	21	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	8
<i>Libellula fulva</i>	2		
<i>Libellula quadrimaculata</i>	13		
<i>Orthetrum cancellatum</i>	6		
Total	99	Total	71

Annexe 4 : Points de localisations des Cistudes sur les étangs de la Houssaye et localisation du site de ponte



Fond de carte : Google satellite



RÉSUMÉ

La biodiversité souffre actuellement d'une crise majeure d'extinction. La politique des Trames verte et bleue vise à freiner cette érosion. Dans ce contexte, les déplacements et l'occupation de l'espace de deux espèces associées à la fois au milieu aquatique et terrestre, la Leucorrhine à large queue (*Leucorhina caudalis*) et la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), espèces dites de « cohérence nationale », ont été étudiés dans le sud de l'Indre et Loire. Les Leucorrhines ont été équipées et suivies à l'aide de transpondeurs passifs (Système RECCO) durant leur phase de maturation, et les Cistudes ont été équipées de GPS data logger i-GotU GT-120 au début du printemps. Les résultats montrent que les Leucorrhines s'éloignent de plus en plus de leur site d'émergence au cours du temps, et qu'elles ne sont pas retrouvées sur l'eau. Durant cette phase, elles ne sélectionnent pas un habitat plus qu'un autre. Pour les Cistudes, leur domaine vital comprend plusieurs types d'habitats, et les zones à touradons de carex et saulaie inondée ainsi que les boisements marécageux sont sélectionnées par les individus pendant la période d'activité estivale. L'habitat de culture est utilisé pour la ponte, ce qui peut entraîner des problèmes pour la survie de la population. Très peu de grands déplacements ont été trouvés pour les deux espèces lors de cette étude ce qui suggère que la dispersion reste un événement rare. Les résultats suggèrent que les Leucorrhines colonisent progressivement la canopée, et sont alors indétectables avec la technologie Recco. Pour les Cistudes, les boisements marécageux ont pu être clairement identifiés comme des corridors. Grâce à l'utilisation de technologies inédites dans le cadre de suivi de populations, l'étude a permis de mettre en évidence l'importance d'une mosaïque d'habitat nécessaire aux différentes phases du cycle de vie et est donc un enjeu pour la conservation des deux espèces.

mots-clés : *Leucorhina caudalis*, *Emys orbicularis*, déplacements, habitat, corridors.

ABSTRACT

Biodiversity is suffering a major crisis of extinction. The "Trames verte et bleue" policy aims to curb this erosion. In this context, displacement and site occupancy in two species associated with both aquatic and terrestrial environment: the lily pad whiteface (*Leucorhina caudalis*) and European pond turtle (*Emys orbicularis*). Both are considered as "national coherence" species and were studied in the south of Indre-et-Loire, France. The lily pad whitefaces were equipped and monitored using passive transponders (Recco System) during their maturation phase, and European pond turtles were equipped with i-GotU GT-120 GPS data loggers at the beginning of spring. The results show that lily pad whitefaces disperse more and more from their emergence site over time, and they are not found on water. During this period, they don't select any terrestrial habitat in particular. For the European pond turtle, home range includes several types of habitats, and areas with tussocks of sedge and willow flooded and marshy woodlands are selected by individuals. Crops areas are used as egg-laying habitat, which may cause conservation issues. Very few large dispersal events occurred in both species in this study, suggesting that such movements remain rare. Results suggest that *L. caudalis* progressively colonize the canopy, and then are undetectable with the Recco technology. For European pond turtle, marshy woodlands have been clearly identified as corridors. Thanks to innovative monitoring technologies, the study highlights the importance of habitat diversity for the life cycle and is therefore a challenge for the conservation of both species.

keywords : *Leucorhina caudalis*, *Emys orbicularis*, movements, habitat, corridors.