

Suivi des tendances de populations de la Cistude d'Europe en Midi-Pyrénées

Retours d'expérience sur la première saison d'échantillonnage par « Site-Occupancy »



Rédaction : Manon Eudes

Contacts : l.barthe@naturemp.org et manon.eudes@gmail.com



Octobre 2015

Avec nos sincères remerciements à :

Aurélien BESNARD, Maître de Conférences au Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

Frank D'AMICO, Maître de Conférences au Laboratoire de Mathématiques et de leurs Applications

Sébastien FICHEUX, Docteur de l'Université de Bourgogne en Ecologie et Evolution

Hugo CAYUELA, Doctorant au Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

Anthony OLIVIER et Arnaud BECHET de la Tour du Valat

Marc CHEYLAN, Maître de Conférences à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes

Audrey TROCHET, Raphaël QUESADA, Stéphanie THIENPONT, Arnaud LYET, Pauline PRIOL et François PINET

Sommaire

I - Enjeux et objectifs.....	1
II - Contexte et bref historique.....	2
III - La méthode du « Site-Occupancy »	3
IV - Stratégie d'échantillonnage.....	3
V - Protocole de terrain	4
VI - Les variables.....	5
VII - Gestion des données et analyses	5
VIII - Quelques résultats préliminaires.....	6
1. Etat initial intermédiaire du suivi	6
2. Indices d'abondance	7
3. Evaluation des menaces/pressions	8
4. Moyens humains et faisabilité.....	8
IX - Perspectives et préconisations	9
1. Méthode d'évaluation des pressions/menaces	9
2. Exploitation des données de comptage.....	9
3. Hiérarchisation spatiale des enjeux.....	10
4. Optimisation de l'effort d'échantillonnage	10
5. Etude de la relation entre détectabilité et abondance de la Cistude.....	10
6. Prise de contact avec les propriétaires de sites.....	11
7. Développer une dynamique bénévole.....	11
Conclusions.....	12

Avant-propos

Ce document se propose de constituer un premier retour d'expérience, environ 2 ans après le commencement du projet de suivi à long terme de la Cistude d'Europe en Midi-Pyrénées. Il s'agit d'une synthèse à des fins de diffusion et de vulgarisation. Elle comprend les informations nécessaires à la bonne compréhension des objectifs du projet, de sa méthode, de ses premiers résultats ainsi que ses perspectives. En complément, un rapport détaillé reprenant toutes les étapes et la méthodologie du projet a été rédigé. Si les détails de l'étude vous intéressent, n'hésitez pas à demander ce document. En outre, d'autres documents techniques sont disponibles (fiche terrain, tableau de saisie des données...). Bonne lecture !

I - Enjeux et objectifs

Afin d'évaluer les mesures de gestion et de protection, ainsi que d'orienter les politiques publiques et les stratégies de conservation, le besoin d'indicateurs temporels de l'état de santé de la biodiversité se fait de plus en plus fort. Ces derniers doivent à la fois permettre de suivre une réalité écologique de terrain fiable, mais également de communiquer avec les décideurs et le grand public.

Espèce à distribution européenne, la Cistude a subi un déclin notable ces dernières décennies. Sa cause principale réside en la destruction des milieux naturels auxquels elle est inféodée : les zones humides et aquatiques (Fritz & Andreas, 1999). Classée dans la catégorie « Quasi-menacée » (NT) dans la liste rouge mondiale (UICN, 2013), et « En danger » (EN) dans la liste rouge régionale Midi-Pyrénées (L. Barthe *et al.*, 2014), cette espèce est inscrite à l'Annexe II et IV de la directive européenne « Habitats-Faune et Flore » (92/43/CEE), et intégralement protégée par la loi française (arrêté du 24/04/1979). C'est pourquoi depuis 2011 et jusqu'à cette année (2015), elle bénéficie d'un Plan National d'Actions (Thienpont, 2011).

Rappelons qu'après plusieurs années de prospection, l'aire de répartition de la Cistude en Midi-Pyrénées est aujourd'hui bien connue. Ses populations sont largement concentrées dans le département du Gers, avec quelques populations dans le nord des Hautes-Pyrénées. Nature Midi-Pyrénées rédige et anime annuellement un programme régional de conservation des populations de Cistude d'Europe qui s'inscrit en continuité du PNA. C'est dans ce cadre, et en réponse aux enjeux précités que nous avons cherché à résoudre la question suivante : comment appréhender l'évolution temporelle des populations (croissance, décroissance, maintien) de la Cistude d'Europe à l'échelle de notre région ?

Pour y répondre, nous avons dû identifier une méthode parmi le corpus scientifique à notre disposition. Après de nombreuses réflexions sur l'adéquation entre objectifs, faisabilité et résultats pressentis, la méthode du « Site-Occupancy » a été retenue. Cette méthode d'occurrence cherche à évaluer la proportion de sites occupés (= taux d'occupation ou probabilité de présence) par une espèce à un temps t (Kendall & White, 2009). Pour cela, les sites répartis sur la zone d'étude sont visités à plusieurs reprises.

La mise en place d'un tel suivi peut être optimisée afin d'aller au-delà de ses objectifs initiaux. En effet, le déploiement d'opérateurs sur le terrain couvrant un grand nombre de sites peut nous permettre de développer d'autres axes en lien avec la conservation de la Cistude. Tout d'abord, le suivi de l'évolution des milieux peut s'appréhender grâce à la prise en compte de nombreuses variables relatives à chaque site. Ensuite, nous souhaitons évaluer les

menaces et pressions sur les sites afin de mieux comprendre les risques encourus par la Cistude, et de hiérarchiser des enjeux. Enfin, la prise de contact et la sensibilisation des utilisateurs/propriétaires des sites, ainsi que le renseignement d'une base de données dédiée, est une action incontournable que nous souhaitons intégrer à ce suivi.

II - Contexte et bref historique

Le « Site-Occupancy » est une méthode récente (première publication par MacKenzie *et al.* en 2002) en plein développement. Elle constitue la base théorique de suivis standardisés à l'échelle nationale tels que les Pop-reptiles, Pop-amphibiens ou encore STELI (Suivi Temporel des Libellules), et a été utilisée avec succès sur le Léopard ocellé (Doré *et al.*, 2011) ou encore le Desman des Pyrénées (Charbonnel, 2015). En revanche, à notre connaissance, seulement une étude menée par le PNR de la Brenne utilise cette méthode sur la Cistude. Cela confère à notre projet un caractère innovant, dont nous tenons compte en l'inscrivant dans une démarche consultative et partenariale avec de nombreux scientifiques et spécialistes de la Cistude. En effet, après une première sollicitation d'experts en juin 2014, de nombreux échanges ont eu lieu dans le but de produire un protocole opérationnel et adapté à l'espèce, ainsi que d'évaluer régulièrement notre étude.

Les réflexions sur la mise en place d'un suivi à l'échelle de la région Midi-Pyrénées se sont initiées début 2014. La réalisation de ce suivi nécessitant un investissement important, il était primordial de mener une étude pilote, plus légère en termes d'effort d'échantillonnage, afin de tester le protocole. Ainsi, en juin/juillet 2014, 3 passages sur 16 sites ont été réalisés. Ensuite, des tests de puissance à l'aide du logiciel SODA (Single-season Occupancy study Design Assistant) (Guillera-Arroita *et al.*, 2010), ont été menés pour identifier le nombre de sites et de passages optimal pour le suivi à long terme (*design* optimal). Ce *design* a été fixé à 3 passages sur 165 sites (*Cf.* Eudes, 2014 pour les détails de l'étude pilote).

Pour des questions de ressources humaines et financières, nous avons choisi de scinder l'effort de terrain en deux : 88 sites ont été suivis en 2015, et 82 autres restent à suivre en 2016. En 2015, ce sont 58 sites qui ont été suivis pour la zone de l'Armagnac (échantillon complet), 16 sites sur l'Adour et 14 sites sur la zone Est. Par la suite, le protocole sera reconduit tous les 5 ans. Ainsi, nous pourrions savoir si la Cistude occupe de plus en plus de sites, se stabilise ou bien régresse. Nous serons également en mesure d'identifier des zones d'extinction et/ou de colonisation.

Quid de la CMR ?

Après plusieurs années consacrées à des suivis par CMR, on peut se demander « pourquoi un nouveau suivi avec une nouvelle méthode » ? Alors que la CMR s'applique à l'échelle ponctuelle de quelques populations de Cistude, le « Site-Occupancy » permet de couvrir un vaste territoire et de dégager des tendances globales sur l'espèce. En effet, la capture par piégeage, le marquage, et les multiples sessions de recaptures nécessitent des moyens importants, impossibles à démultiplier à l'échelle de 100 ou 200 populations. Ces deux méthodes fournissent des résultats différents mais complémentaires. La CMR permet d'estimer la taille d'une population quand le « Site-Occupancy » estime un taux d'occupation de l'espèce sur un territoire donné. Ainsi, en appliquant ces méthodes sur le long terme, nous pouvons obtenir d'une part des tendances démographiques sur quelques populations (CMR), et d'autre part les tendances de distribution spatiale (« Site-Occupancy »).

III - La méthode du « Site-Occupancy »

Les méthodes d'occurrence (ou de « Site-Occupancy ») permettent de réaliser des suivis à large échelle et sur des espèces rare et/ou faiblement détectables (Besnard & Salles, 2010). Il est assez intuitif d'admettre que sur un site assigné, à un instant donné, un observateur n'aura jamais 100% de chance de voir l'espèce qu'il recherche, bien que celle-ci soit présente. Aussi, en réalisant plusieurs passages sur chaque site, l'observateur peut constituer un historique de détection ; soit l'espèce est observée (on inscrit 1 dans la base de donnée), soit elle ne l'est pas (on écrit 0). Ces données permettent d'estimer le taux d'occupation corrigé par la probabilité de détection. L'évolution de ce taux d'occupation au cours du temps est un bon indicateur de la tendance des populations (MacKenzie & Nichols, 2004 ; Weir *et al.*, 2005 in Lambrey, 2013).

IV - Stratégie d'échantillonnage

L'aire de répartition de la Cistude en Midi-Pyrénées est aujourd'hui bien connue et constitue notre zone d'étude. Nous avons choisi de subdiviser cette zone en trois strates, « Adour », « Armagnac » et « Est » (Fig.1) sur lesquelles nous nous attendons à une détection et une occupation contrastées, ainsi qu'à des évolutions temporelles différentes. Cette stratification permet d'appliquer un même effort d'échantillonnage sur chacune (environ 50 sites) afin d'obtenir une bonne précision de résultat pour chaque zone.

Le choix des sites de suivi (étang, mare, annexe fluviale) au sein des ces strates a été effectué selon une procédure scientifique particulière : la stratégie d'échantillonnage. En résumé, celle-

ci permet de garantir une certaine représentativité de notre échantillon au regard de chaque zone.

La stratégie d'échantillonnage diffère légèrement pour chaque strate, mais repose sur trois grands principes communs. Elle est tout d'abord systématique afin de couvrir la zone de la façon la plus homogène possible. Elle est également dirigée car seuls les sites *a priori* favorables peuvent être sélectionnés (photo-interprétation). Enfin, la sélection finale des sites se fait de façon aléatoire, afin de garantir la représentativité de notre échantillon.

En 2015, ce sont 58 sites qui ont été suivis pour l'Armagnac (échantillon complet), 16 sites sur l'Adour et 14 sites sur la zone Est.

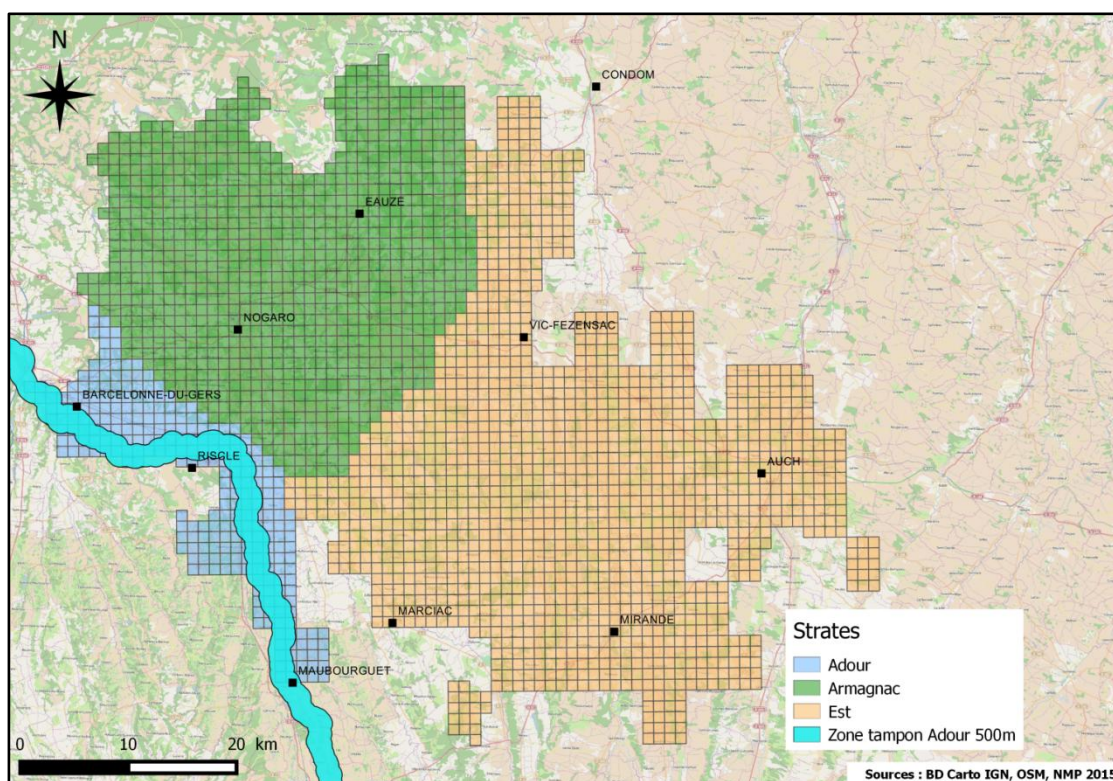


Figure 1 : Stratification pour la stratégie d'échantillonnage

V - Protocole de terrain

La saison d'échantillonnage s'étend d'avril à juillet, lors de la période optimale d'activité de la Cistude. En effet, c'est au moment où elles s'exposent au soleil sur des supports émergés que les cistudes sont les plus détectables. Les conditions météorologiques durant les jours de suivi doivent donc également être favorables à ce comportement. C'est pourquoi les jours de très fortes chaleurs estivales, grand vent et pluie sont toujours écartés. Les facteurs encadrant le choix des jours de terrain constituent sans doute l'aspect le plus contraignant du protocole. Nous préconisons également d'effectuer les 3 passages sur un même site dans un laps de

temps de deux semaines maximum (respect de l'hypothèse de non-changement d'état des sites).

L'observation s'effectue généralement à distance, à l'aide d'une longue-vue et d'une paire de jumelles, et dure 15 minutes au maximum. Si l'espèce est détectée, alors l'observateur effectue directement le comptage des individus pendant 10 minutes. Sur une fiche standardisée (Cf. Annexe 1), l'observateur compile des informations sur les caractéristiques du site, ainsi que sur les conditions d'observation.

A l'issue du premier passage, un poste privilégié d'observation est localisé. Celui-ci se définit comme étant l'endroit le plus propice à la détection de l'espèce (discretion, vue sur des zones d'insolation...). Pour les passages suivants, l'observateur commence par ce poste privilégié, puis, si cela n'est pas fructueux, il entame une prospection mobile autour du site.

NB : chaque observateur est préalablement formé à la recherche de l'espèce.

VI - Les variables

La prise en compte de variables permet d'évaluer leurs effets sur les paramètres de détection et d'occupation. De plus, l'intégration de ces variables peut permettre de vérifier la présence d'éventuels problèmes dans l'échantillonnage, ou encore de mettre en évidence la puissance explicative de certaines d'entre elles.

En outre, dans un souci d'optimisation des efforts déployés pour la réalisation du terrain, nous souhaitons prendre en compte des variables de type « diagnostique d'habitat », ainsi que des variables à visée conservatoire : évaluation des pressions/menaces, détection d'espèces invasives, prise de contact avec les propriétaires...

Pour 2015, cette évaluation des menaces/pressions reposait sur une classification simple de l'intensité de la pression (menace nulle, faible, moyenne, forte, extrême), associée à une liste d'origines de ces pressions (gestion du milieu aquatique, pollution, envahissement d'une espèce, etc.). L'observateur, avec son expérience, ses compétences, ses observations de terrain devait évaluer cette intensité de pression.

VII - Gestion des données et analyses

Les données sont compilées dans un fichier Excel, formaté avec des menus déroulants et des contraintes de validation afin d'éviter au maximum les erreurs de saisie. Ces données sont exploitées sous forme d'histoires de détection, constituées d'une succession de 1 (observation de l'espèce) et de 0 (non-observation de l'espèce).

En 2014 pour l'étude pilote, nous avons utilisé le logiciel gratuit PRESENCE 6.4, qui est spécifique aux analyses de données d'occurrence. L'analyse « single-season » (Royle & Link, 2006) a été menée pour obtenir une probabilité de présence associée à une probabilité de détection.

En 2015, nous avons choisi d'effectuer nos analyses à l'aide du logiciel libre R (R Core Team, 2015). Cet outil possède l'avantage d'être souple d'utilisation, et d'offrir une bonne répliquabilité du protocole d'analyse (grâce à l'utilisation de scripts commentés). Nous avons utilisé le modèle d'occupation de MacKenzie *et al.* (2002) « occu », sous le package « Unmarked » (Ian Fiske & Richard Chandler, 2011), avec et sans variables.

Afin de pouvoir comparer les chiffres bruts de comptage entre les 3 strates, nous avons transformé les données sous la forme d'indices. Le premier indice (que nous appellerons « Indice d'abondance ») est obtenu de la façon suivante : nombre de cistudes comptées/nombre de sites prospectés. Cela permet d'identifier la zone qui semble accueillir le plus d'individus. Pour compléter cette information nous avons calculé un autre indice (« Indice de concentration ») : nombre de cistudes comptées/nombre de sites occupés. Cela nous donne une information sur la concentration des individus.

VIII - Quelques résultats préliminaires

1. Etat initial intermédiaire du suivi

Rappelons que la seule valeur définitive est celle de l'Armagnac, l'échantillonnage des autres strates étant à compléter l'année prochaine.

Tout d'abord, alors que nous nous attendions à des probabilités de détection différentes entre les strates, nos premières analyses témoignent d'une détection homogène sur notre zone d'étude. Cette probabilité moyenne a été estimée à 0,84 [0,77-0,89]. Cette valeur est élevée au regard d'autres reptiles, et elle garantit une meilleure précision des estimations d'occupation.

Les taux d'occupation sont en revanche bien contrastés entre la strate Armagnac d'une part et strates Est et Adour d'autre part. Les taux d'occupation estimés en 2015 sont les suivants :

- Armagnac = 0,78 [0,65-0,8],
- Adour = 0,25 [0,1-0,51],
- Est = 0,22 [0,07-0,5].

Avec un Coefficient de Variation (CV) de 7%, la strate Armagnac bénéficie d'une bonne précision, ce qui est très encourageant pour la significativité des futures tendances temporelles. Son taux d'occupation est élevé. Les deux autres strates possèdent un taux

d'occupation bien inférieur, et une précision faible due à un petit échantillon de sites qui sera complété en 2016.

2. Indices d'abondance

Durant la saison d'échantillonnage, 334 individus ont été dénombrés sur toute la zone d'étude, dont 288 sur la strate Armagnac, 34 pour l'Adour et 12 pour l'Est. L'indice d'abondance est de 4.9 pour l'Armagnac, 2.1 pour l'Adour et 0.85 pour la strate Est. Sans surprise, la strate Armagnac est la plus abondante en cistudes.

L'indice de concentration est de 6.4 pour l'Armagnac, 8.5 pour l'Adour, et 4 pour la strate Est. Les individus semblent donc plus concentrés sur la strate Adour que sur les autres strates. La strate « Est » semble la moins dense.

Ces données nous apportent une meilleure connaissance de notre zone d'étude et participent à la caractérisation de son état initial. En standardisant au maximum la phase de comptage, la comparaison dans le temps de ces données pourrait nous donner une information supplémentaire sur les tendances des populations.

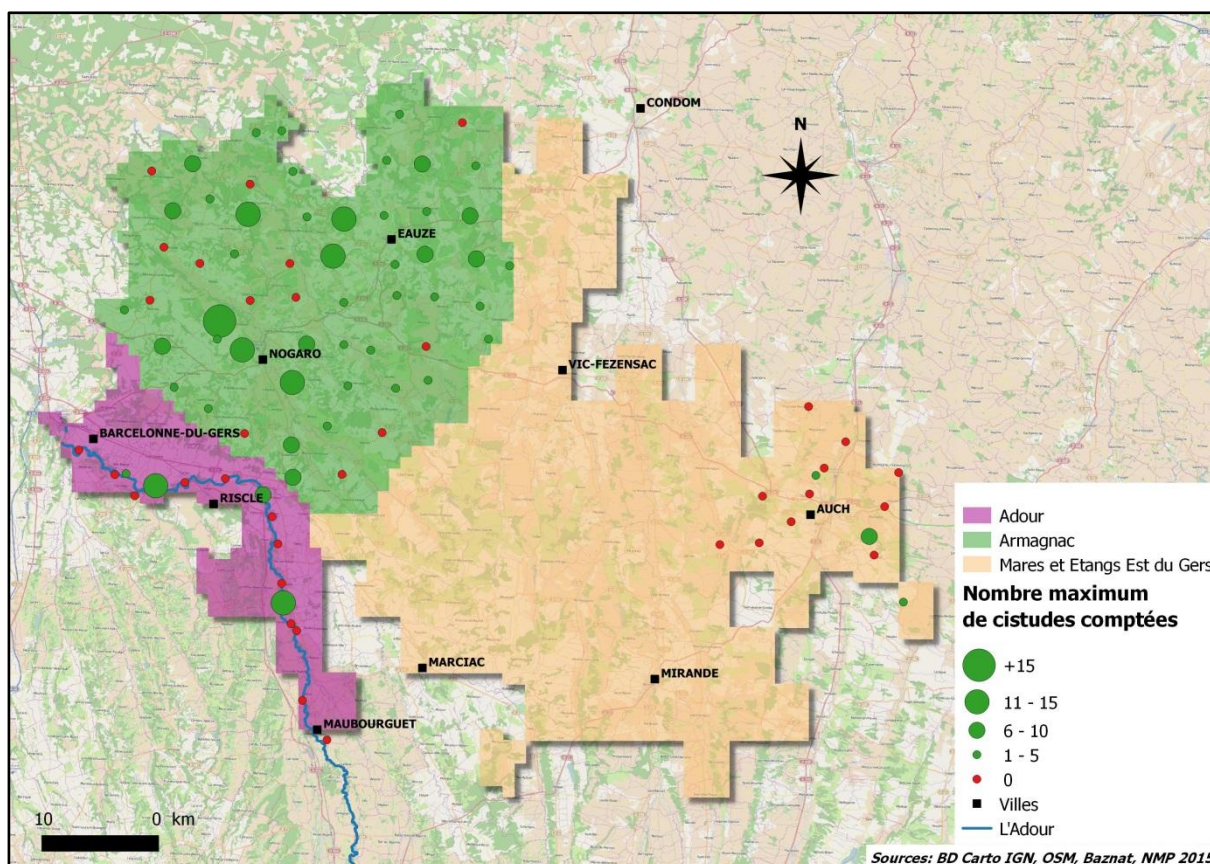


Figure 2 : Localisation des sites prospectés en 2015 avec détection ou non de la Cistude, et classes du nombre de cistudes comptées.

Notre étude, *via* la synthèse des résultats sous forme cartographique (Fig. 2), apporte une connaissance plus fine de la distribution spatiale de la Cistude au sein de son aire de

répartition. De plus, grâce au comptage des individus, nous pouvons identifier des populations *a priori* plus importantes en taille que d'autres.

3. Evaluation des menaces/pressions

La cartographie des niveaux de menace sur chaque site (Fig. 3) nous permet d'avoir un aperçu global de l'intensité des pressions subies par notre échantillon de sites *a priori* favorables à la Cistude d'Europe. Nous pouvons remarquer que la strate Adour possède les pressions les plus fortes sur le milieu.

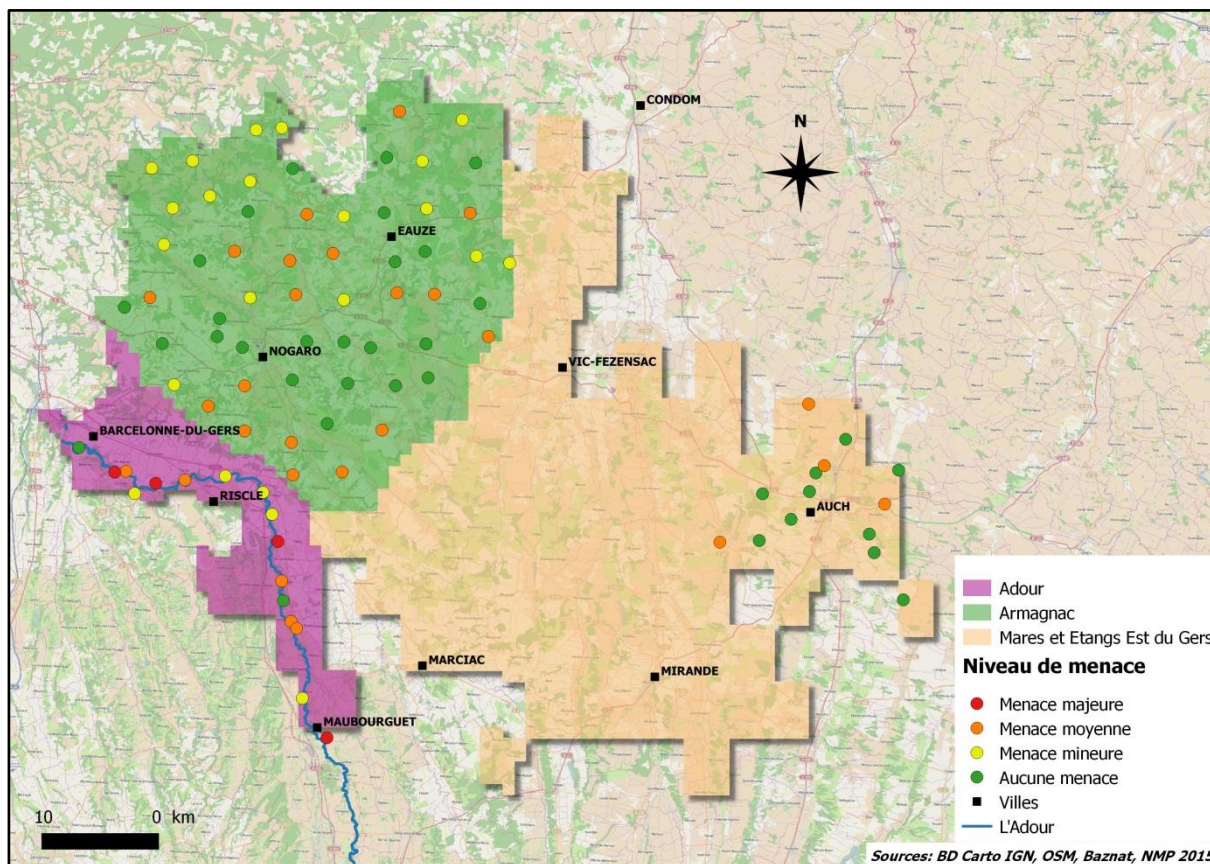


Figure 3 : Cartographie du niveau de menace évalué sur les sites prospectés en 2015.

4. Moyens humains et faisabilité

Pour donner une idée des moyens nécessaires à la réalisation de cette étude jusqu'à aujourd'hui, voici quelques éléments de référence :

Année	Tâches	Moyens humains
2014	Conception, consultations, étude pilote	3 mois stage Master 2 + encadrement par un salarié
2015	Suite conception, ajustements, lancement 1 ^{ère} année du suivi	10 jours coordination chef de projet + 1 temps plein sur 8 mois + 3 mois stage Licence Pro
2016	Ajustements, terrain, analyses	6 mois stage Master 2 + 6 mois Service Civique (prévu à ce jour)

A savoir également qu'une journée de terrain complète, avec des conditions météorologiques favorables stables, permet de suivre jusqu'à 8 sites par jour, pour des sites distants de 5 à 10 km chacun. Les mois d'avril, mai et juin ont été pleinement consacrés à la phase terrain de cette étude. En effet, le nombre de jours avec les conditions météorologiques favorables n'est pas connu à l'avance et il faut pouvoir s'adapter en permanence. Cette année, le nombre de jours de terrain réalisés est d'environ 45, ce qui nous fait une moyenne de 5,8 sites visités par jour. Cette moyenne s'explique par plusieurs jours de météo instable ne permettant pas de prospecter tout au long de la journée.

IX - Perspectives et préconisations

Tout au long de sa réalisation en 2015, ce projet a fait l'objet d'évaluations régulières et d'ajustements. Cette partie récapitule les pistes plus ou moins engagées qu'il conviendrait d'approfondir.

1. Méthode d'évaluation des pressions/menaces

Les résultats fournis cette année en terme d'intensité de pression évaluée, peuvent être comparés au niveau spatial car les données ont été récoltées par seulement deux observatrices calibrées ensemble. En revanche, ils ne sont pas valables pour une comparaison dans le temps, car la variabilité potentielle de cette évaluation entre les observateurs (différents chaque année) est bien trop importante. Ainsi, une réflexion sur la meilleure standardisation de cette évaluation devra être menée.

Les informations relatives aux menaces et pressions revêtent un enjeu important, c'est pourquoi nous préconisons de réunir le COPIL Cistude et des experts du territoire afin d'évaluer les résultats mis en évidence en 2015 et d'élaborer une nouvelle méthodologie.

2. Exploitation des données de comptage

Les chiffres bruts de comptage offrent une information intéressante mais limitée. Ces comptages répétés pourraient être bien mieux exploités et valorisés grâce à l'utilisation de modèles « N-Mixture » (Royle, 2004) qui permettraient d'estimer une abondance par site. Ces analyses sont complexes et nécessitent du temps et des compétences pointues en exploitation de données. Des premiers tests de ce modèle sur notre jeu de données ont été réalisés avec l'aide d'un spécialiste des suivis de populations animales. Ces premières analyses ont révélé que nos données semblent conformes pour l'utilisation de ces modèles, ce qui est encourageant.

La réalisation de ces analyses en 2016 pourrait être confiée à un chercheur du CEFE dans le cadre d'un partenariat (convention en cours de rédaction).

3. Hiérarchisation spatiale des enjeux

Afin d'identifier et hiérarchiser des secteurs à enjeu sur notre zone d'étude, une méthode d'analyse spatiale pourrait être définie. En effet, pour chaque site nous avons à notre disposition les informations suivantes : nombre de cistudes comptées, intensité des pressions, origine principale du niveau de pression, habitat majoritaire entre 0 et 5m, 5 et 30m, 30 et 100m, présence avérée de Tortue de Floride, proportion de végétation aquatique... En fixant des notes pour chaque classe de variable, nous pourrions calculer un indice global (ou plusieurs indices, un par catégorie) reflétant le niveau d'enjeu sur un site. A titre d'exemple, un site avec plus de 10 cistudes comptées, un niveau de pression « fort », dans la zone de l'Adour, pourrait avoir un niveau d'enjeu élevé.

4. Optimisation de l'effort d'échantillonnage

Toujours dans une logique d'optimisation des moyens alloués à ce suivi, de nouveaux tests de puissance devront être réalisés à partir des résultats qui seront disponibles fin 2016. Pour cela, chaque strate devra être traitée indépendamment. En effet, nous pourrions nous apercevoir que 2 passages par site seraient suffisants pour la strate Armagnac par exemple. Ce cas de figure nous permettrait soit d'alléger le suivi, soit de suivre un plus grand nombre de sites.

5. Etude de la relation entre détectabilité et abondance de la Cistude

Afin d'obtenir une référence pour pouvoir valider l'ensemble de notre démarche, il serait nécessaire d'étudier la relation entre la détectabilité et l'abondance chez la Cistude. En effet, chez de nombreuses espèces, il y a de grandes chances pour que la probabilité de détection augmente avec le nombre d'individus présents sur un site. Cela peut avoir pour conséquence une sous-détection, voire une non-détection des petites populations.

Afin de vérifier ce biais potentiel, il serait intéressant d'effectuer des multi-passages sur un ensemble de sites dont on connaît les tailles de population. L'échantillon doit être constitué de tailles de populations contrastées, depuis les plus petites populations (moins de 10 individus) aux plus grandes (plusieurs centaines d'individus). Ces 10 dernières années, en Midi-Pyrénées et en Aquitaine, plusieurs populations de Cistude ont bénéficié d'un diagnostic par CMR avec une estimation de taille de population. Ainsi l'effort principal est d'ores et déjà réalisé, seuls les multi-passages restent à faire. Dans l'idéal, il faudrait ajouter quelques CMR supplémentaires sur de petites populations (moins de 10 individus) car elles ne sont

probablement pas représentées dans l'échantillon actuellement disponible. Ainsi nous pourrions avoir une idée de la relation entre abondance et détection pour cette espèce dans cette zone de son aire de répartition. Il faudra également évaluer si le laps de temps écoulé entre les diagnostics CMR et le multi-passage est assez limité pour permettre la comparaison (problème de la dynamique démographique et/ou des migrations d'individus). *A priori* la dynamique de la Cistude est plutôt lente et les flux migratoires relativement limités.

6. Prise de contact avec les propriétaires de sites

Dans une optique d'actions conservatoires, un autre aspect très important serait d'élaborer un protocole de prise de contact systématique avec les propriétaires/riverains/utilisateurs des sites. Cette démarche a plusieurs objectifs :

- amélioration des connaissances de chaque site (fonctionnement hydrologique, origine, usages...),
- sensibilisation,
- identification de contacts.

Ce protocole pourrait s'appuyer sur les grandes lignes d'un discours commun, un courrier/questionnaire standard type à mettre dans les boîtes aux lettres, ou encore la distribution de la nouvelle plaquette Cistude. Afin de valoriser les prises de contact, un mail type pourrait également être adressé en fin de saison pour proposer un bilan sur le suivi et transmettre des informations utiles (plaquette en PDF, lien fiche espèce, contact d'associations locales...). Par ailleurs il ne faut pas hésiter à envoyer des mails personnalisés pour des préconisations de gestion lorsque le propriétaire s'est montré intéressé (quelques cas en 2015).

7. Développer une dynamique bénévole

Afin d'améliorer les chances de pérennisation du suivi, il est important de ne pas négliger l'appropriation de l'étude par un réseau de bénévoles. Il faut néanmoins garder à l'esprit qu'un protocole mal appliqué, ou de façon très hétérogène par de nombreux observateurs risque sérieusement de compromettre la réussite de l'étude. C'est pourquoi la dynamique bénévole doit avant tout s'ancrer sur une base de formation au contact d'opérateurs aguerris.

Plusieurs cas de figure sont possibles. Des bénévoles motivés et préalablement formés pourraient suivre des sites pré-sélectionnés par la stratégie d'échantillonnage. Cela représenterait donc un allègement de l'effort de terrain à fournir par les salariés. Mais nous pourrions également permettre à des personnes de suivre d'autres sites autour de chez eux, selon ce protocole. Dans ce cas, la question d'une version allégée de la fiche terrain, ainsi qu'une distinction dans le jeu de données se pose. Cela représenterait plutôt une

augmentation de l'effort d'échantillonnage. Cette option pourrait permettre d'améliorer la couverture de notre zone d'étude, mais surtout de veiller sur un plus grand nombre de sites, et de multiplier les chances de sensibilisation et de mise en place d'une convention de gestion avec des propriétaires.

Conclusions

Cette première année de lancement du suivi par « Site-Occupancy » de la Cistude en Midi-Pyrénées aura permis de valider la faisabilité technique et financière du projet. Comme nous l'avions programmé, 3 passages sur 88 sites ont été effectués, ce qui représente environ la moitié des sites prévus pour le premier pas de temps du suivi. La strate Armagnac a été entièrement échantillonnée et environ 82 sites restent à prospecter en 2016 sur les strates Adour et Est. Puis le suivi recommencera à une fréquence approximative de 5 ans.

Les données ont été saisies et formatées, et des analyses *via* des modèles d'occurrence ont été menées afin de tester et valider une démarche, ainsi que d'obtenir des résultats préliminaires, encourageants de par leur précision.

Tout au long de cette année, le projet a bénéficié d'une évaluation de son avancement, de son efficacité, et de sa pertinence au regard des objectifs fixés. Certains éléments ont donc été réadaptés au fur et à mesure. Nous avons également identifié les axes qui devront faire l'objet d'approfondissements, ou de nouvelles réflexions : les modèles « N-mixture », l'évaluation des menaces/pressions, la prise de contact avec les propriétaires ou encore la pérennisation du suivi par la mise en place d'une dynamique bénévole.

Parallèlement, il demeure important que le suivi par CMR de quelques sites en Midi-Pyrénées soit poursuivi à une fréquence de 5 à 10 ans. Cela pourra permettre de comparer les résultats, en termes de tendance, d'une méthode récente et peu appliquée à la Cistude (*Site-Occupancy*), avec ceux d'une méthode bien connue et aguerrie sur cette espèce (CMR).

Enfin, nous tenons à souligner que ce travail est le fruit de collaborations multiples, avec des personnes compétentes et réactives, sans qui ce suivi n'aurait pu voir le jour.

En réalisant cette étude, nous espérons favoriser le déploiement d'autres suivis standardisés afin de participer au développement d'indicateurs fiables et comparables dans l'espace et le temps.

Bibliographie

- Barthe L (Coord.) (2014). Liste rouge des amphibiens et reptiles de Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrénées. 12 p.
- Besnard A & Salles JM (2010). Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. *Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) PACA Pôle Natura 2000*
- Charbonnel A (2015). Influence multi-échelle des facteurs environnementaux dans la répartition du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) en France. *Thèse EcoLab*.
- Doré F, Grillet P, Thirion JM, Besnard A & Cheylan M (2011a). Implementation of a longterm monitoring program of the ocellated lizard (*Timon lepidus*) population on Oleron Island. *Amphibia-Reptilia* 32 : 159-16
- Eudes M (2014). L'état de conservation des populations de Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Midi-Pyrénées. Estimation de paramètres démographiques, optimisation du protocole CMR et lancement d'un suivi par « Site-Occupancy ». *Master 2 Expertise Ecologique et Gestion de la Biodiversité – Aix-Marseille Université – Nature Midi-Pyrénées*
- Fritz U & Andreas B (1999). Distribution, variety of forms and conservation of the European pond turtle. *Chelonii vol.2 - Proceeding of the second symposium on Emys orbicularis – juin 1999* : 23-26
- Guillera-Arroita G, Ridout MS, Morgan BJT (2010). Design of occupancy studies with imperfect detection. *Method Ecol Evol* 1:131-139
- Ian Fiske, Richard Chandler (2011). unmarked: An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance. *Journal of Statistical Software*, 43(10), 1-23. URL <http://www.jstatsoft.org/v43/i10/>.
- Kendall WL & White GC (2009). A cautionary note on substituting subunits for repeated temporal sampling in studies of site occupancy. *Journal of Applied Ecology* 46 : 1182-1188
- Lambrey J (2013). Mise en place d'un suivi temporel standardisé du sonneur à ventre jaune, *Bombina variegata*, en Alsace. *Diplôme de Master 2 – Université de la Sorbonne*
- MacKenzie DI, Nichols JD, Lachman GB, Droege S, Andrew Royle J, Langtimm CA (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83 : 2248-2255
- MacKenzie DI & Nichols JD (2004). Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal Biodiversity and Conservation* 27.1 : 461–467.
- Thienpont S (2011). Plan national d'actions en faveur de la cistude d'Europe 2011-2015. *Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement*
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Royle, J. A. (2004) N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts. *Biometrics* 60, pp. 108–105.
- Royle JA & Link WA (2006). Generalized site occupancy models allowing for false positive and false negative errors. *Ecology* 87 : 835-841
- Weir LA, Royle JA, Nanjappa P, Jung RE (2005). Modeling anuran detection and site occupancy on north american amphibian monitoring program (NAAMP). Routes in Maryland, *Journal of Herpetology* 39 (4) : 627-639

ANNEXE 1 : Fiches de terrain



Fiche terrain pour le suivi par « Site-Occupancy » de la Cistude d'Europe en Midi-Pyrénées

Strate : N° Site : Commune/Lieu-dit :
Date : Observateur :

DONNEES RELATIVES AU SITE

Description générale :

Type d'habitat aquatique : ☐ mare ☐ étang ☐ fossé ☐ annexe fluviale
Taille du point d'eau (en m) : L = l = (pour les mares)
Ombrage (pour les mares) : ☐ 0% ☐ 1 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
Régime hydrologique : ☐ permanent ☐ temporaire
Alimentation en eau du site : ☐ source ☐ pluie ☐ drain ☐ fossé ☐ nappe ☐ cours d'eau ☐ ne sais pas

Plantes hydrophytes (berges+eau) :

Recouvrement herbiers aquatiques (lame d'eau) : ☐ 0% ☐ 1 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ + de 25 %
% de berges occupées par plantes hydrophiles : ☐ 0% ☐ 1 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50%
☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%

Usage principal du point d'eau :

☐ abreuvement ☐ ornemental ☐ pêche loisir ☐ loisirs nautiques
☐ abandonné ☐ pédagogique ☐ pêche professionnelle ☐ autre :
☐ irrigation potager ☐ collecte ruissellement ☐ biodiversité/gestion
☐ réserve incendie ☐ irrigation agricole ☐ ne sais pas

Présence de connexions écologiques :

Fossés (à - de 30 m) : ☐ oui ☐ non Haies/boisements (à - de 30 m) : ☐ oui ☐ non

Zones d'insolation :

Berges propices : ☐ 0% ☐ 1 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
Eléments émergés propices : ☐ oui ☐ non Type :

Sensibilité du site :

Niveau de menace estimé : ☐ Aucune menace ☐ Menace mineure ☐ Menace moyenne ☐ Menace majeure ☐ Menace extrême

Origines du niveau de menace* (3 catégories dans l'ordre décroissant, Cf. verso de la fiche) :

1 : - Détails :
2 : - Détails :
3 : - Détails :

Milieu majoritaire...

... depuis la berge jusqu'à 5m :
☐ Grande culture ☐ Boisement
☐ Zones embroussaillées ☐ Zone humide fermée
☐ Zone ouverte - Détails : ☐ Zone humide ouverte
☐ Zone anthropisée - Détails :

... de 5m à 30m :
☐ Grande culture ☐ Boisement
☐ Zones embroussaillées ☐ Zone humide fermée
☐ Zone ouverte - Détails : ☐ Zone humide ouverte
☐ Zone anthropisée - Détails :

... de 30m à 100m :
☐ Grande culture ☐ Boisement
☐ Zones embroussaillées ☐ Zone humide fermée
☐ Zone ouverte - Détails : ☐ Zone humide ouverte
☐ Zone anthropisée - Détails :

Autres espèces

Odonates : Milieu ☐ non favorable ☐ modérément favorable
☐ très favorable
Poissons : ☐ oui ☐ non ☐ probablement pas

Propriétaire

Rencontre : ☐ oui ☐ non - Age : - Sexe : ☐ F ☐ H
Relationnel : ☐ Mauvais ☐ Neutre ☐ Satisfaisant ☐ Très positif
Synthèse échanges :

.....
.....
.....
.....
.....
Contact :

Protocole de suivi par Site-Occupancy de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Midi-Pyrénées
Nature Midi-Pyrénées

Contacts : m.eudes@naturemp.org / l.barthe@naturemp.org

Fiche 1/2 Recto

DONNEES RELATIVES AUX SESSIONS

Remarques générales sur le site :

.....

*Origines des menaces :

Urbanisation : infrastructures, habitat, réseaux de communication
Gestion du milieu aquatique : modification des berges, drainage...
Gestion du milieu terrestre : mise en culture, débroussaillage, suppression haies...
Pollution : pesticides, fertilisants, décharges, macro-déchets
Nuisances : piétinement, fréquentation, loisirs, pêche...
Processus naturel de fermeture du milieu
Processus naturel d'assèchement/atterrissement
Envahissement d'une espèce, antagonisme avec une espèce introduite
Non-évaluable

SESSION 1 Date : Observateur(s) :

Conditions météorologiques

Température air :
 Température eau :
 Nébulosité : ☐ aucun nuage ☐ passages nuageux ☐ voilé ☐ couvert
 Force du vent : ☐ pas de vent ☐ vent faible ☐ vent modéré ☐ vent fort

Profondeur d'eau : ☐ 0 cm ☐ - de 30 cm ☐ entre 30 cm et 1m ☐ + de 1m

Structure de la végétation des berges

Berges dégagées (sol nu et/ou strate herbacée) : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges embroussaillées (végétation arbustive dense) : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges boisées : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%

Cistude

Heure début d'observation : Heure de détection :
 Détection : ☐ oui ☐ non
 Nombre d'individus :
 Dérangement (avant/pendant l'observation) : ☐ oui ☐ non

Détection autres espèces

Espèces exotiques : ☐ oui ☐ non Lesquelles :
 Sanglier : ☐ oui ☐ non - Renard : ☐ oui ☐ non

Remarques session (+ autres données naturalistes) :

.....

Fiche 1/2 Verso



Fiche terrain pour le suivi par « Site-Occupancy » de la Cistude d'Europe en Midi-Pyrénées

Strate : N° Site : Commune/Lieu-dit :

DONNEES RELATIVES AUX SESSIONS

SESSION 2 Date : Observateur(s) :

Conditions météorologiques

Température air :
 Température eau :
 Nébulosité : ☐ aucun nuage ☐ passages nuageux ☐ voilé ☐ couvert
 Force du vent : ☐ pas de vent ☐ vent faible ☐ vent modéré ☐ vent fort

A remplir si différent du passage précédent

Profondeur d'eau : ☐ 0 cm ☐ - de 30 cm ☐ entre 30 cm et 1m ☐ + de 1m

Structure de la végétation des berges

Berges dégagées : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges embroussaillées (végétation arbustive dense) : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges boisées : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%

Cistude

Heure début d'observation : Heure de détection :
 Détection : ☐ oui ☐ non
 Nombre d'individus :
 Dérangement (avant/pendant l'observation) : ☐ oui ☐ non

Détection autres espèces

Espèces exotiques : ☐ oui ☐ non Lesquelles :
 Sanglier : ☐ oui ☐ non - Renard : ☐ oui ☐ non

Remarques session (+ autres données naturalistes) :

.....

SESSION 3 Date : Observateur(s) :

Conditions météorologiques

Température air :
 Température eau :
 Nébulosité : ☐ aucun nuage ☐ passages nuageux ☐ voilé ☐ couvert
 Force du vent : ☐ pas de vent ☐ vent faible ☐ vent modéré ☐ vent fort

A remplir si différent du passage précédent

Profondeur d'eau : ☐ 0 cm ☐ - de 30 cm ☐ entre 30 cm et 1m ☐ + de 1m

Structure de la végétation des berges

Berges dégagées : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges embroussaillées (végétation arbustive dense) : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%
 Berges boisées : ☐ 0 à 10% ☐ 11 à 25% ☐ 26 à 50% ☐ 51 à 75% ☐ 76 à 100%

Cistude

Heure début d'observation : Heure de détection :
 Détection : ☐ oui ☐ non
 Nombre d'individus :
 Dérangement (avant/pendant l'observation) : ☐ oui ☐ non

Détection autres espèces

Espèces exotiques : ☐ oui ☐ non Lesquelles :
 Sanglier : ☐ oui ☐ non - Renard : ☐ oui ☐ non

Remarques session (+ autres données naturalistes) :

.....

Protocole de suivi par Site-Occupancy de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Midi-Pyrénées

Nature Midi-Pyrénées

Contacts : m.eudes@naturemp.org / j.barthe@naturemp.org

Fiche 2/2 Recto