

Demande :

Le CEN Occitanie est le demandeur principal d'une autorisation de capture des tortues aquatiques autochtones. Le CEN Occ propose de chapeauter la demande des autres structures partenaires et des personnes travaillant sur l'espèce (Co demandeur)

Le CEN Occitanie est :

- animateur du PNA en faveur de l'Emyde lépeuse
- Animateur du PRA Occitanie en faveur de la Cistude d'Europe.

Le Plan National d'Actions (PNA) pour l'Emyde lépeuse a été présenté le 09 mars 2012 au Comité National de Protection de la Nature où il a reçu un avis favorable. Une nouvelle rédaction du PNA est en cours et elle devrait être finalisée en 2021.



Emyde lépeuse dans les potamots (Pierre Fita)



I. Demande de renouvellement des autorisation de capture 2021-2023 dans le cadre des actions du PNA en faveur de l'emyde lépreuse.

Contexte global :

L'Emyde lépreuse est une espèce typique des zones humides temporaires de la zone méditerranéenne. Cette espèce est à l'heure actuelle localisée en France quasi exclusivement en région Languedoc -Roussillon et plus particulièrement dans la plaine et le piémont des Pyrénées-Orientales.

L'objectif du PNA est de faire en sorte que cette espèce particulièrement cryptique avec les méthodes d'inventaires classiques soient prise en compte en terme de protection par des inventaires fiables via la capture par nasses

Dans le cadre du PNA nous demandons les renouvellements de capture pour l'Emyde lépreuse et la Cistude d'Europe.

Les personnes qui renouvellent leur autorisation et qui captureront sous l'autorisation du PNA en faveur de l'Emyde lépreuse sont :

- Lionel Courmont animateur du PNA emyde
- Olivier Verneau UPVD CEFREM (renouvellement)
- Pierre Fita - GOR (renouvellement)
- Jérémie Jalabert – Nymphalis (renouvellement)
- Julien Robert – RIVAGE (renouvellement)

Les nouvelles personnes qui souhaitent pouvoir capturer sous l'autorisation du PNA sont :

- Anne Sophie Le Gal UPVD CEFREM (renouvellement)

Anne Sophie Le Gal recevra une formation de plusieurs jours pour se former à la capture sans mise en danger des animaux et sur les méthodologies de marquages.









La base de données des codes et des données morphométriques est gérée et consignée par l'animateur du PNA.

Protocole de capture :

Nous utilisons des nasses à poisson (photo 1) afin de piéger les tortues. A l'intérieur de celui-ci nous avons ajouté un flotteur (une bouteille en plastique remplie d'air et bien celée) (photo 2) afin de garder une zone aérienne dans le piège permettant aux tortues piégées de respirer; une plaque portant un numéro et un point GPS afin de reconnaître et localiser le piège (photo 3), une boule à thé contenant un appât et un morceau d'appât directement dans la nasse (photo 4). Les nasses portent une étiquette avec les autorisations de capture.

Les pièges étaient posés dans l'eau avec au moins une entrée complètement immergée, afin de permettre aux animaux de rentrer; solidement accrochées à la végétation alentour pour éviter toute perte de piège, s'il venait à être emporté, en cas de fort vent ou forte pluie; et camouflés un maximum dans la nature afin de réduire les vols de matériel ce qui mettraient les animaux en danger.

	
<p><u>Photo 1:</u> Piège à anguille</p>	<p><u>Photo 2:</u> flotteur</p>
	
<p><u>Photo 3:</u> Numéro de nasse</p>	<p><u>Photo 4:</u> boule à thé et appât</p>

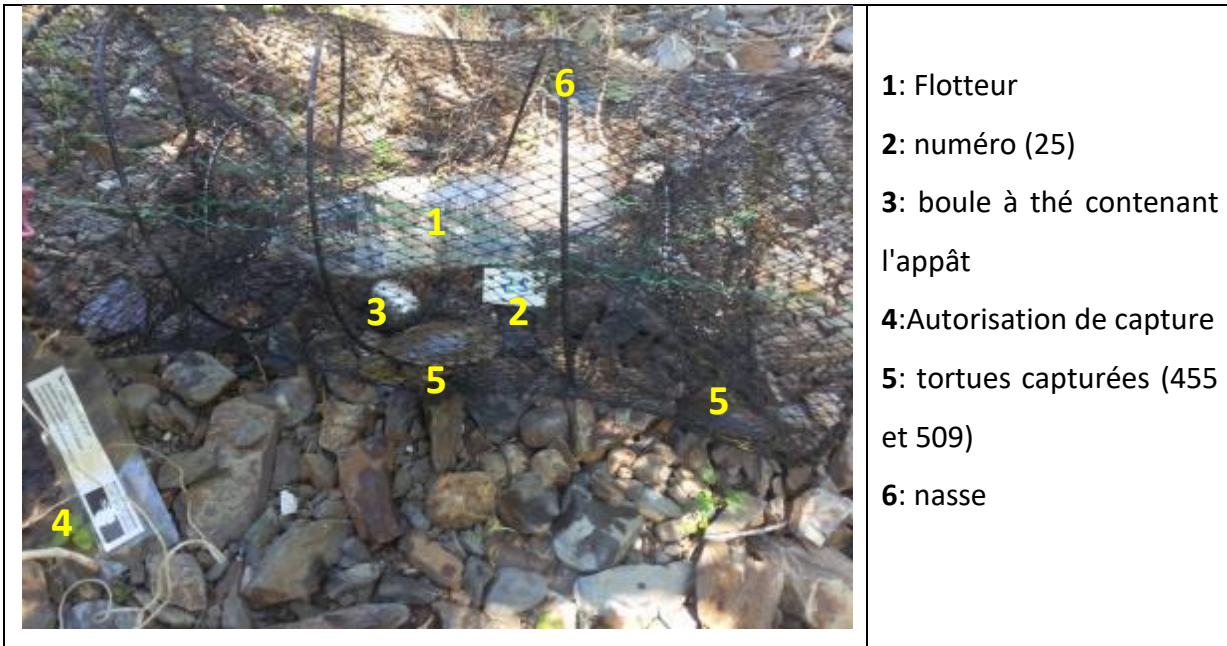


Photo 5 : Piège relevé et ses composants

Lors des relevés de pièges, nous avons dû marquer (si cela n'avait pas déjà été fait), peser, mesurer, sexer et photographier les différents individus capturés.

Un produit désinfectant afin de stériliser le matériel et éviter toute transmission de mycoses ou autres maladies touchant les tortues; une petite scie (photo 6) pour réaliser les marquages sur la dossière, une balance (photo 7), un pied à coulisse (photo 8) et un appareil photo.



Photo 6 : Scie à métaux



Photo 7 : Balance de terrain



Photo 8 : Pieds à coulisse



II. Demande de renouvellement des autorisation de capture 2021-2023 dans le cadre des actions du PNA en faveur de la Cistude d'Europe.

Préambule :

Le deuxième Plan National d'Actions (PNA) en faveur de la Cistude d'Europe a été validé le 28 février 2020 par le Comité National de Protection de la Nature où il a reçu un avis favorable.

Il fait suite à un premier PNA (2011-2015) qui a permis d'acquérir de précieuses connaissances sur la répartition de l'espèce en France et sur l'état des populations.

Le nouveau PNA, d'une durée de 10 ans (2020 – 2029) a identifié 3 objectifs à long terme découpés en 9 actions :

Objectifs à long terme	Actions du PNA	Priorité ⁵
I - Appliquer une stratégie de conservation de l'espèce cohérente et fonctionnelle à l'échelle nationale	Action 1. Accompagner la mise en œuvre du plan 2020-2029	2
II - Maîtriser les facteurs permettant d'assurer la conservation de l'espèce à long terme	Action 2. Protéger réglementairement ou contractuellement les secteurs abritant la Cistude d'Europe	1
	Action 3. Appliquer une gestion adaptée des milieux favorables abritant la Cistude d'Europe	1
	Action 4. Favoriser la prise en compte de la Cistude d'Europe dans les projets d'aménagement du territoire	1
	Action 5. Poursuivre les actions visant à limiter l'impact de la présence d'espèces exotiques en milieu naturel sur la Cistude d'Europe	2
	Action 6. Compléter et approfondir les connaissances scientifiques sur la Cistude d'Europe	2
	Action 7. Former et sensibiliser différents publics à la conservation de la Cistude d'Europe	3
III - Augmenter les effectifs et reconquérir l'aire de répartition historique de l'espèce	Action 8. Accompagner une stratégie de reconnexion des populations	2
	Action 9. Favoriser la réussite des projets de réintroduction et de renforcement de la Cistude d'Europe	2

Le CEN Occitanie met en œuvre la déclinaison de ce PNA à l'échelle régionale avec l'appui de NEO.

Contexte global

La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) a bénéficié de nombreuses études ces dernières années ayant permis de mieux identifier sa répartition et caractériser les sites occupés.

Aujourd'hui les principaux axes d'amélioration des connaissances (Action 6) sont orientés sur :

- L'évaluation de l'impact de la qualité de l'eau sur la conservation de l'espèce,
- L'évaluation du changement climatique sur la conservation de l'espèce,
- L'étude de la phase de vie immature,
- La caractérisation génétique des populations.



Dans le cadre de la rédaction du nouveau PNA, une longue réflexion a été menée sur l'utilisation de la CMR et de la télémétrie dans l'étude de la Cistude (Action I, axe 2).

Une grille de lecture a été proposée quant à la mise en œuvre des différents types de suivis :

1. **Recherche de la présence de la Cistude d'Europe sur un site** : une prospection visuelle (jumelles ou longue-vue) aux bonnes heures est recommandée. En général, 3 passages sont suffisants pour détecter l'espèce. Si le suivi visuel est impossible, l'utilisation de nasses est recommandée sur quelques jours (piégeage prospectif).
2. **Evaluation des effectifs** : méthode CMR (3 sessions de 3 jours de capture espacées de 2 à 3 semaines). Cette approche nécessite la mobilisation de deux personnes minimum. Chaque jour les pièges sont contrôlés et les individus capturés sont relâchés après identification des individus connus ou marquage des nouveaux individus (codification en lien avec chaque site et la BDD régionale). Les informations relatives à chaque individu sont stockées informatiquement pour permettre une analyse ultérieure des données. Les personnes qui réalisent les captures doivent justifier d'une expérience préalable ou suivre une formation avec une personne référente.

Ce cadre permet de préciser les objectifs associés à la demande.

Protocole de capture

Le protocole de capture pour la Cistude d'Europe est en tout point identique à celui qui est proposé pour l'Emyde lépreuse (cf. p. 3).



Nasse installée au pied d'un arbre (Tartuguière, 34)

Renouvellement des autorisations de capture



Dans le cadre du PNA nous demandons les renouvellements de capture la Cistude d'Europe ainsi que pour les captures accidentelles d'Emyde lépreuse. Les personnes qui renouvellent leur autorisation et qui captureront sous l'autorisation du PNA sont :

- **Olivier Scher (coordination du PRA Cistude)**
- Marine Couronne (technicienne de gestion, CEN Occitanie)
- Bertrand Gubert (garde du littoral, CEN Occitanie)
- Célia Grillas (chargée de projets, CEN Occitanie)

D'autres opérateurs (laboratoires de recherche, bureaux d'études, gestionnaires d'espaces naturels) peuvent être amenés à demander une autorisation de capture (avec ou sans marquage) dans le cadre de différentes études. Ces demandes doivent être remontées au CEN Occitanie en tant que coordinateur du PRA Cistude afin de valider les opérations envisagées.

Parmi ces opérateurs, certains sont déjà formés à la capture voire au marquage et ont déjà bénéficié d'autorisations :

- Laurent Barthe (Société herpétologique de France),
- Pauline Priol (StatiPOP)
- Ludovic Cases (Symbo)
- Serge Cudennec (EPTB Vistre)
- Xavier Fortuny (RNN du Bagnas)
- Cyril Marmoex (RNN de l'Estagnol, CEN Occitanie)



III. Élément technique de demande pour l'Emyde lépreuse

Action 1 : ACTUALISER RÉGULIÈREMENT LES INVENTAIRES ET LES CARTOGRAPHIES DE RÉPARTITION

Description :

- Mettre en place des protocoles de piégeage standardisés suivant les types de stations à prospecter, (type et densité de pièges, nombre de répétitions, durée et période de piégeage) pour s'assurer d'une détection homogène de l'espèce dans les secteurs prospectés
- Avoir suffisamment d'opérateurs dotés d'autorisation de capture pour pouvoir opérer à une large échelle de territoire

Les campagnes de terrain réalisées de 2012 à 2016 s'ont été menées avec des protocoles utilisant des nasses pendant des durées variables de 2 à 7 jours consécutifs. Une localisation précise des nasses, ainsi que les résultats (animaux capturés ou non) ont été consignés de manière précise afin de pouvoir servir de base :

- pour la mise au point d'un premier protocole suite aux analyses statistiques réalisées par Aurélien Besnard Maître de conférence à l'EPHE (<http://www.cefe.cnrs.fr/ecologie-et-biogeographie-des-vertebres/aurelien-besnard>) rapport en annexe 1
- Editer la carte de sensibilité de manière fiable avec des données actualisées en permanence
- A préconiser des actions de conservation de l'espèce



- Réactualiser en priorité les données anciennes de plus de 10 ans

Dans le cadre des inventaires les secteurs suivants ont été prospectés afin de réactualiser les données. Les données concernant les autres espèces capturées sont également saisies (tortues exotiques par exemple):

Bilan des tailles de populations d'Emyde lépreuse avec des preuves de reproduction :						
Entité	Commune	1ere année de capture	dernière année de capture	CMR	Estimation finale adulte (fourchette haute)	Auteur
Sagnette	St Hippolyte	2008	2014	non	15	GOR
Agly	Rivesaltes/Claira/Torreilles	2010	2014	En 2013 : 39 (30/74)	60	GOR
Llabanère	Pia	2013	2014	En 2014 : 24(14/72)	25	GOR
Riberette	Thuir	2008	2014	non	30	GOR
Mas del Gall	Castelnou	2011	2012	non	10	GOR/CEFREM UPVD
Têt	Bompas/St Feliu	2011	2014	non	25	CEFREM UPVD/GOR
Fosseilles	Cabestany / St Nazaire	2011	2014	En 2013 : 170	170	CEFREM UPVD
Baillaury	Banyuls	2000	2014	En 2012 : 193 (176/228)	200	GOR/SOPTOM/ CEFREM UPVD
Tech	Saint Jean Pla de Corts	2010	2014	en 2013 : 40 (39/53)	40	GOR
Tech	Nidolères	2004	2014	en 2013 : 38 (33/61)	40	GOR
Tech	Le Boulou	2010	2013	non	10	GOR
Tech	Villelongue-dels-Monts	2013	2014	non	5	GOR
Agouille de la Mar	Bages	2014	2014	non	25	CEFREM UPVD
Feuilla	Feuilla	2010	2014	non	5	GOR
				Total	660	



Synthèse des prospections ayant permis ou non la capture d'Emydes lépreuses :

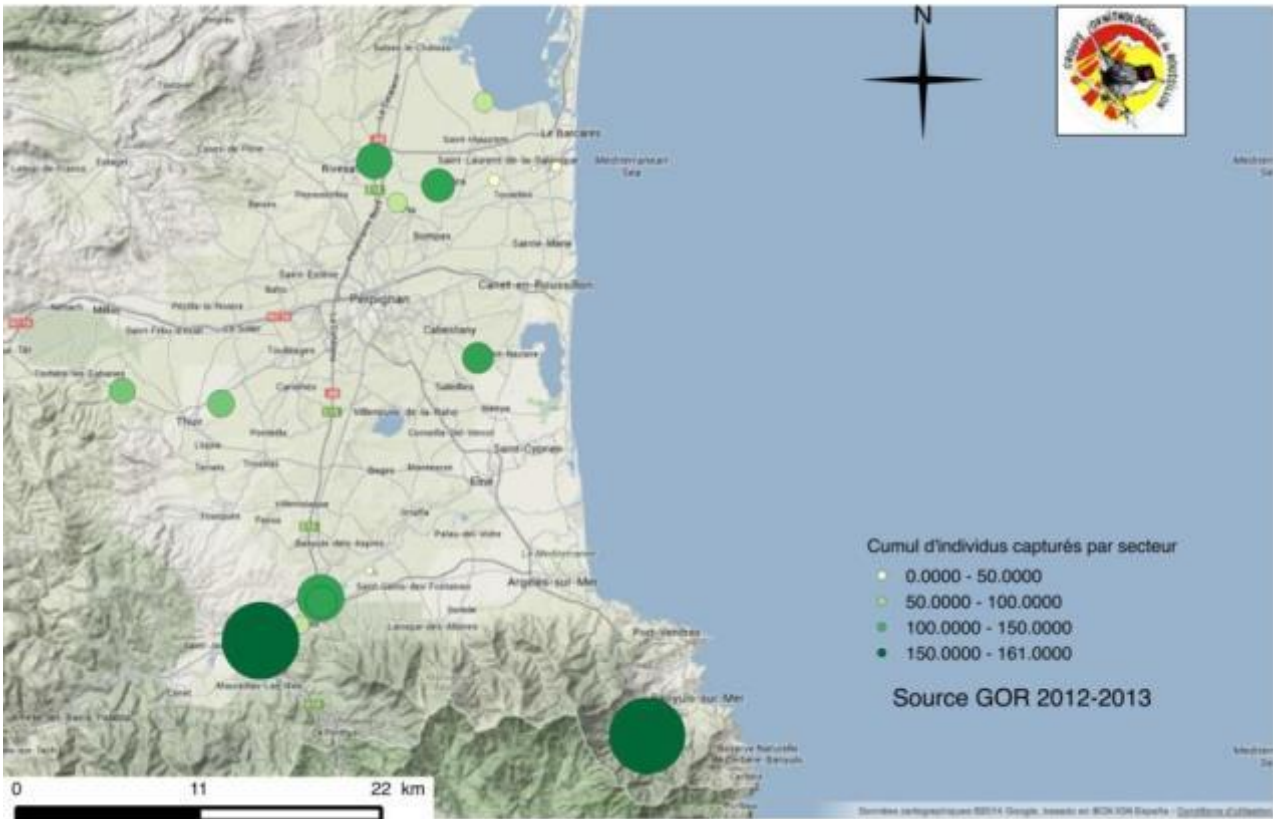
- Le fleuve Tech et ces annexes hydrauliques : étangs de Saint-Jean-Pla-de-Corts, Seuil du Boulou, mares de Nidolères, Seuil de Nidolères, Pla del Tech (GOR), les bachous (CEN LR)
- La Rome à Maureillas (GOR),
- La Basse sur la commune de Thuir à Peprignan (GOR),
- L'étang du Mas del Gall sur la commune de Castelnou (GOR / CEFREM),
- L'Agly de Estagel à la mer (GOR / CEFREM),
- La Llabanère (GOR)
- La Fosseille à Saint-Nazaire (CEFREM),
- Ruisseau de Feuilla (J. Jalabert)
- La Baillaury à Banyuls-sur-mer (GOR/SOPTOM/CEFREM)
- La Sagnette et l'Agouille Grossa à Saint-Hippolyte (GOR / RIVAGE / CEFREM /)
- Le fleuve Têt (CEFREM / GOR).

Prospections n'ayant pas permis la capture d'animaux à ce jour :

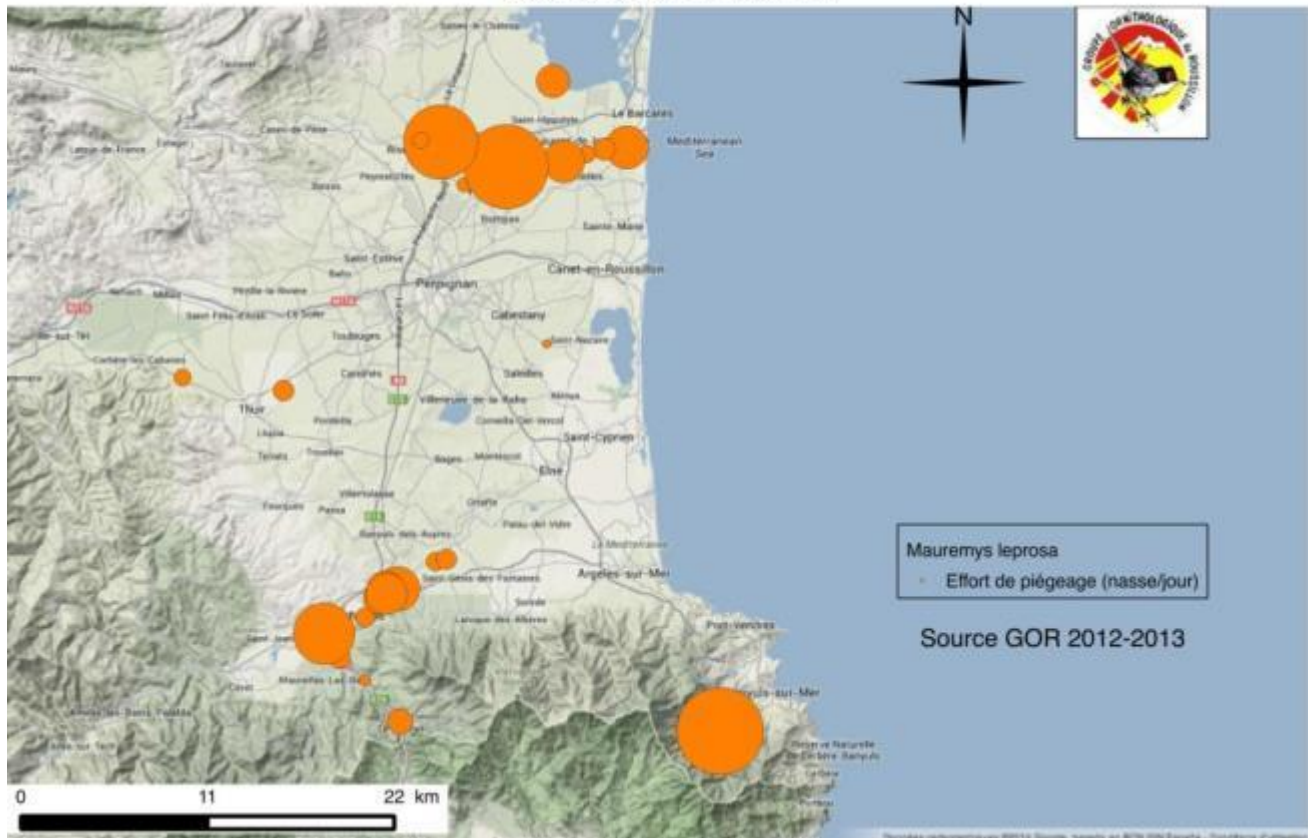
- Le Riberal à Cerbère (GOR)
- Le Ravaner à Collioure (GOR)
- Le delta du Réart (GOR)
- Le Verdoble de Tautavel à Estagel (GOR)
- Le marais du Cagarell à Canet-en-Roussillon (GOR)
- Le Castelnou au Soler (GOR)
- La Têt au Soler (CEFREM)
- L'Agouille de la mar (CEFREM)
- Les Sagnes de Salses (CEFREM / RIVAGE)
- Le Bourdigou à Torreilles / Sainte-Marie (CEFREM)



Emyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) - Cumul d'individus capturés par secteur



Effort de piégeage (nasse/jour) de l'Emyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) dans les Pyrénées-Orientales





Un travail d'animation au sein de différents réseaux de naturalistes a été réalisé pour repérer et accompagner les personnes intéressées à mener des prospections ou voulant s'associer au suivi des tortues aquatiques.

Des agents de l'ONEMA et de la brigade plaine de l'ONCFS des Pyrénées-Orientales ont suivi certaines de nos opérations de capture. Des échanges ont eu lieu avec plusieurs bureaux d'études : Biotope, ECOMED et Naturalia. Seul ECOMED a le personnel qualifié pour assurer des opérations de capture à ce jour.

De même, au niveau des animateurs des sites Natura 2000 ont été sensibilisés :

- RIVAGE (étang de Salses-Leucate), seul opérateur ayant les autorisations pour assurer quelques suivis.
- Perpignan Agglomération pour le « complexe lagunaire de l'étang de Canet/saint Nazaire »

Les 2 autres sites Natura 2000 concernés par l'émyde n'ont toujours pas d'opérateur :

- « Massif des Albères »
- « Rives du Tech »

Ces travaux en commun, on débuche maintenant sur un souhait de ces personnes d'être autonomes dans les phases de capture pour assurer un plus grand nombre d'actions de connaissance ou de conservation.

• Une base de données synthétisant toutes les captures réalisées est tenue à jour par l'opérateur en collaboration avec les partenaires réalisant les suivis. Ces données alimentent la carte de sensibilité de l'espèce publiée par la DREAL

Le transfert des données, s'est énormément simplifié car elles sont de facto transmises à MALPOLON car Faune LR est aussi l'outil de saisie officiel de l'EPHE (la structure tête de réseau régionale pour le SINP herpétologie) y compris pour les données de capture. La vérification se fait au fil de la saisie d'abord par les vérificateurs Faune-Ir, puis par le CEFE EPHE.



Action 2 : ÉTUDIER LA STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS

- Systématiser le marquage individuel et les prises de sang lors des opérations de capture, marquage, recapture (CMR)
- Assurer une conservation adaptée des échantillons de sang prélevés en attente des analyses
- Mettre en place une filière d'analyse de détermination des haplotypes en collaboration avec les organismes scientifiques compétents pour ce type d'analyse
- S'intégrer dans une échelle d'analyse européenne (ainsi qu'avec le Maghreb) pour avoir des échantillons d'autres populations

Cette action a été menée par le CEFREM-UPVD et en particulier le Dr Carmen Palacio 1,2 et le Dr Olivier Verneau^{1,2} qui travaillent sur l'Émyde. Les travaux ont donné lieu à une publication très complète sur les études génétiques concernant l'émyde en France.

1 Univ. Perpignan Via Domitia, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110, F-66860, Perpignan, France

2 CNRS, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110, F-66860, Perpignan, France

Une publication sur leurs travaux a paru en 2015 dans la revue *Salamandra*, 51 (3) 221-230

Demographic structure and genetic diversity of *Mauremys leprosa* in its northern range reveal new populations and a mixed origin

Cet article (en Annexe 1) reprend les résultats obtenus sur un lot de 216 tortues échantillonnées jusqu'en 2013 sur Agly, Têt, Tech, Baillaury et Thuir pour le département des Pyrénées orientales, pour les lots étudiés en France. Cette publication a permis aussi de connaître l'haplotype de certaines sous-populations des Pyrénées orientales.

Résumé :

L'émyde lépreuse, *Mauremys leprosa*, est une espèce de tortue d'eau douce originaire d'Afrique du Nord qui se serait répandue depuis le Maghreb vers la péninsule Ibérique il y a 1,8 millions d'années environ. Cette expansion est confirmée par des études génétiques réalisées par Fritz et collaborateurs. La différenciation en deux haploclades, A en Espagne, au Portugal et au nord de la Cordillère de l'Atlas et B au sud de l'Atlas, permet aujourd'hui de diviser l'espèce en 2 sous-espèces, *M. l. leprosa* et *M. l. saharica*. En France, si le registre fossile témoigne de la présence de l'espèce dans la région Languedoc- Roussillon à des périodes relativement récentes, entre -4000 ans et jusqu'au XI^{ème} siècle de notre ère, l'émyde lépreuse y est toutefois aujourd'hui moins abondante qu'elle ne l'est en Espagne. Elle a été retrouvée essentiellement dans le département des Pyrénées Orientales (PO) et plus occasionnellement dans l'Aude et l'Hérault. Au cours des inventaires que nous avons réalisés ces dernières années, des prises de sang systématiques ont été effectuées sur les individus capturés, ce qui nous a permis de faire la première étude génétique des populations françaises. Celle-ci est basée sur le séquençage du cytochrome b de l'ADN mitochondrial de l'espèce, à partir de populations essentiellement de Catalogne française et espagnole mais aussi de quelques individus isolés capturés au-delà des PO dans l'Aude et l'Hérault. L'haplotype A16, qui est l'haplotype majoritaire de la sous-espèce *M. l. leprosa* du nord de l'Atlas, est aussi l'haplotype



majoritaire dans toute la Catalogne française. Un second haplotype, A18 qui dérive de A16 par une seule mutation, est également caractéristique au sein des populations de l'Agly, la Baillaury, la Têt et des petits canaux de Saint Hippolyte dans les PO, et de Lattes dans l'Hérault. Cet haplotype est également abondant en Catalogne espagnole, région où il avait été caractérisé pour la première fois par Fritz et collaborateurs chez quelques individus. Au sein de la population de la Têt, nous avons identifié un nouvel haplotype qui dérive de A16 par une seule mutation également et que nous avons nommé A66. Un troisième haplotype potentiellement introduit en France, A24 qui dérive de A16 par 3 mutations, avait été trouvé jusqu'à présent uniquement sur 1 individu échantillonné au Maroc. Cet haplotype caractérise un nombre important de tortues dans le plan d'eau de Saint- Jean- Pla-de-Corts en bordure du Tech et le petit cours d'eau de la Fosseille dans les PO ; il est néanmoins moins abondant sur le Tech en aval de la commune du Boulou et encore moins sur la Têt. Il est par contre également présent à Narbonne (Aude). Dans les populations espagnoles où cet haplotype a été trouvé, on est certain que celles-ci ont été renforcées par des lâchés d'émydes lépreuses, en provenance de l'Estrémadure (Sud-ouest de l'Espagne) pour le site de Canyelles mais d'origine inconnue en ce qui concerne Bunyula. Finalement des individus appartenant à l'haploclade B, sous-espèce *M. l. saharica* endémique du Maghreb, ont été trouvés sur la Baillaury et la Fosseille. Si tous ces individus sont caractérisés par l'haplotype B5, deux autres haplotypes, B4 et B6, ont été trouvés à Cazedarnes (Hérault) et Narbonne, respectivement. Il est important de souligner qu'au-delà des PO, seul l'haploclade B a été retrouvé à une exception près, A18 qui caractérise un individu échantillonné à Lattes. Les résultats sur la génétique de l'espèce dans la Catalogne nous permettent aujourd'hui de confirmer que les Pyrénées ne sont pas une barrière géographique pour l'expansion de l'émyde lépreuse et de proposer une origine mixte pour l'espèce en France. **Si l'haplotype A18 est très sûrement arrivé naturellement dans les PO, d'autres, en particulier de l'haploclade B, sont très certainement le résultat de lâchés sauvages par des particuliers dans les différentes populations rencontrées en Languedoc-Roussillon.** Cependant, des études génétiques avec des marqueurs plus variables (D-loop ou microsattellites) sont nécessaires pour pouvoir conclure quant à l'origine de certains individus, A16, A18 et plus particulièrement A24 (Maroc) dont la présence en France reste paradoxale. En effet, d'après nos résultats, ce dernier est beaucoup plus abondant en France qu'il ne l'est ailleurs....

Référence à citer (article complet en annexe 2) :

Palacios, C., C. Urrutia, N. Knapp, M. F. Quintana, A. Bertolero, G. Simon, L. du Preez & O. Verneau: 2015 Demographic structure and genetic diversity of *Mauremys leprosa* in its northern range reveal new populations and a mixed origin. – *Salamandra*, 51(3): 221–230.

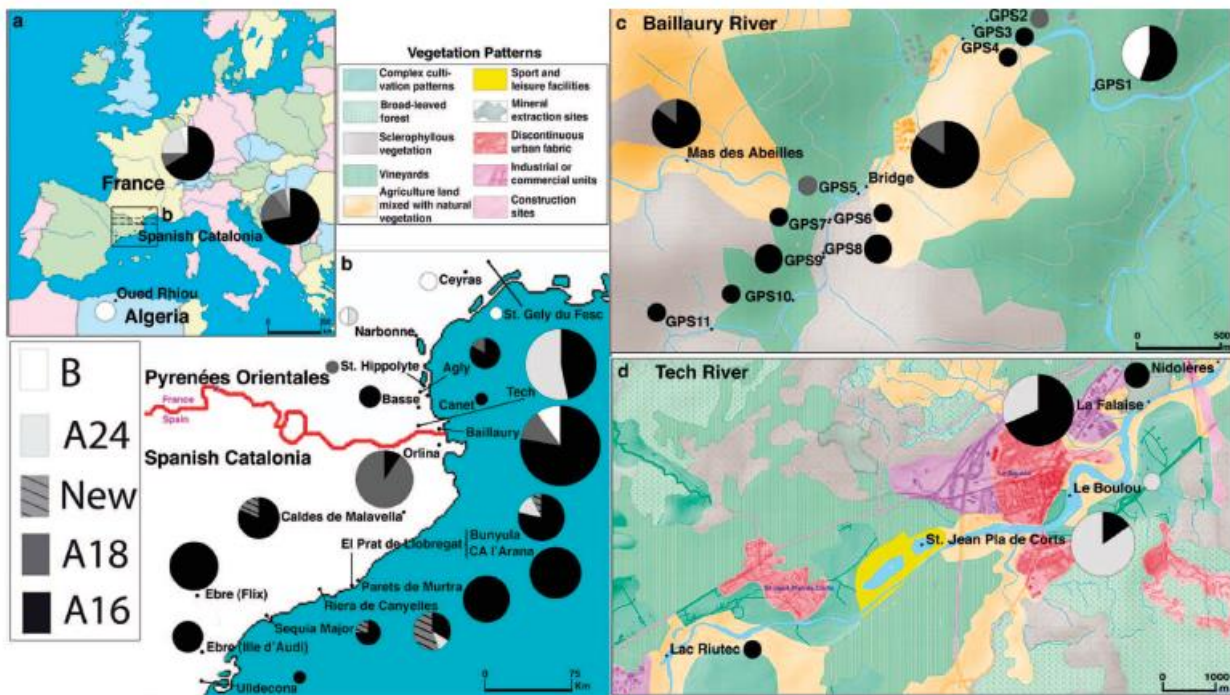
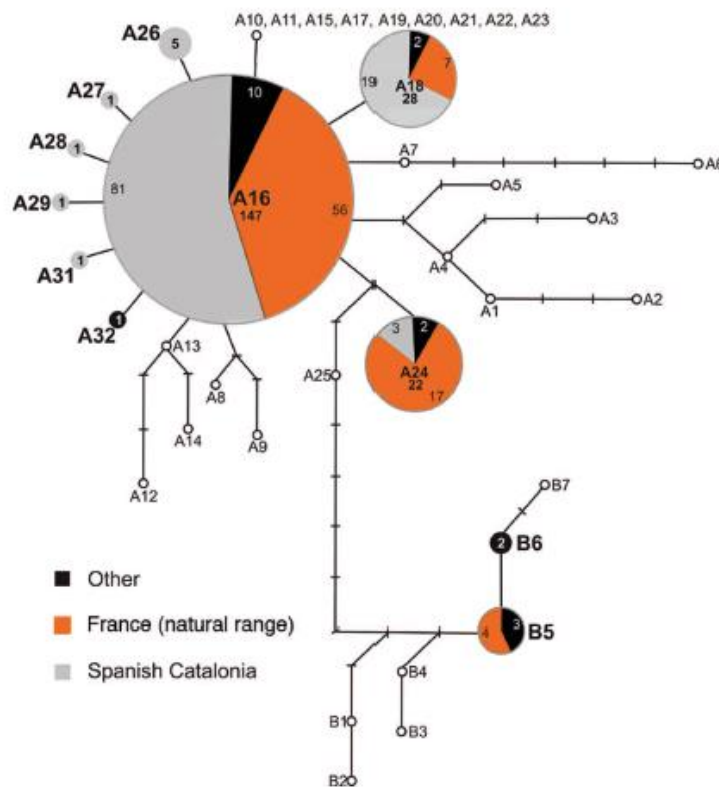


Figure 1. Emplacements géographiques et abondances des haplotypes cytb de l'ADNmt des différentes populations de *M. leprosa* dans les parties nord de son aire de répartition. A) Aperçu général des sites d'échantillonnage; B) les sites échantillons de cette étude; C + d) des sites d'échantillonnage des deux plus grandes métapopulations françaises. La légende des haplotypes indique "B" pour les haplotypes B clade et "Nouveau" pour les haplotypes nouveaux (voir le tableau 1 pour plus de détails).





Action 3 : MISE EN PLACE D'UN SUIVI À LONG TERME DU FONCTIONNEMENT DÉMOGRAPHIQUE DES GROSSES POPULATIONS

Rappel de l'Objectif :

4 - Mettre en place un suivi à long terme du fonctionnement démographique des principaux noyaux de population connus au début de PNA (Baillaury, Tech, Fosseille) pour identifier leurs tendances à plus long terme

Bilan 2012-2017 :

Le niveau de réalisation de cette fiche peut être considéré comme complet

- Établir en collaboration avec le CEFE-CNRS / Pauline Priol un protocole de suivi démographique permettant la modélisation du fonctionnement de chaque population en présence/absence. L'établissement de ce protocole nécessite une pré-étude la première année
- Identifier différents secteurs permettant de découper les populations en patch avec des marges assez larges pour intégrer des secteurs aujourd'hui vides d'émydes (possibilité d'expansion des populations)
- Calibrer l'effort de piégeage suivant le taux de capture des individus pour avoir une précision suffisante dans la modélisation des différents paramètres
- Mettre en œuvre, dans le temps, le protocole de suivi
- Analyser les résultats obtenus en collaboration avec le CEFE-CNRS et Pauline Priol

Les analyses des données de CMR (action 1), ont déjà permis d'apporter des éléments importants de réponse sur la localisation et la structure des populations.

C'est un équivalent de **6826 jours/piège** de capture qui ont été effectués sur le département des Pyrénées orientales dont 2928 jours lors des campagnes de capture de 2014 qui a été l'année où la pression de capture a été la plus forte. Toutes les séquences de captures n'ont pas été forcément comptabilisées. Les sessions n'ayant pas permis la capture d'émydes ne sont pas forcément remontées au début du programme. Une meilleure précision des données attendues a été intégrée dans les arrêtés de dérogation ce qui a permis d'être plus exhaustif à terme.

Le noyau de population de la Baillaury n'a pas été suivi en 2014 en dehors d'essais de capture pour essayer de reprendre des animaux équipés de GPS (sans succès) En 2015 et 2016, la pression de capture a surtout été mise sur la Baillaury avec 700 jours/piège réalisés les deux années consécutives.

En effet, le site a connu une crue importante (occurrence 30 ans) en novembre 2014. Suite à cet événement qui a totalement bouleversé la structure du cours d'eau, nous avons relancé 2 ans de suivi intensifs pour modéliser la dynamique de cette population historique.



Avant la crue.....Après la crue





La population de la Baillaury semble avoir subi une baisse importante d'effectifs adultes (1/3 des individus adultes) ainsi qu'une diminution de la survie des individus, qui ne semble pas actuellement compensée par le recrutement. Si les estimations de survie et de recrutement n'évoluent pas lors des prochains suivis, la population de la Baillaury pourrait s'éteindre dans les 10 années à venir (10% de perte par an).

Tableau 5 : Effectifs adultes d'Emyde lépreuse estimés sur le site de la Baillaury entre 2012 et 2016 selon des modèles de " Robust-design Survival and seniority" (Pradel, 1996).

	Mâles	Femelles	Total
2012	92 (84 - 99)	92 (69 - 115)	184 (153 - 214)
2013	97 (81 - 114)	89 (74 - 104)	186 (155 - 218)
2015	85 (77 - 92)	86 (63 - 109)	171 (140 - 201)
2016	75 (59 - 92)	58 (43 - 73)	133 (102 - 165)

Pour la population de la Fosseille, la population semble en augmentation. L'important déséquilibre du sex-ratio en faveur des mâles est inquiétant pour le devenir et la pérennité de la population. Le faible nombre de femelles semble actuellement plus être expliqué par une plus forte mortalité des femelles que des mâles, que par un plus faible taux de recrutement. Les intervalles de confiance ne nous permettent malheureusement pas d'être catégorique sur ces résultats non significatifs. Quoiqu'il en soit, une mortalité affectant plus les femelles que les mâles est souvent directement liée aux sites de ponte et peut être dûe notamment dans ce cas, à une mauvaise gestion d'entretien des abords du ruisseau (gyrobroyage pendant la période de ponte ?) Ces hypothèses corroborent également la faible proportion d'immatures présents dans la population.

Tableau 2 : Effectifs adultes d'Emyde lépreuse estimés sur le site de la Fosseille entre 2013 et 2015 selon des modèles de " Robust-design Survival and seniority" (Pradel, 1996).

	Mâles	Femelles	Total
2013	99 (80 - 118)	41 (34 - 47)	140 (114 - 165)
2014	138 (94 - 182)	40 (25 - 55)	178 (119 - 237)
2015	170 (106 - 233)	49 (28 - 70)	219 (134 - 303)

Référence pour ces travaux

Priol P. 2015. Analyses statistiques des données d'Emyde lépreuse afin d'évaluer l'impact des crues automnales 2014 sur la population de la Baillaury. Rapport pour le Groupe Ornithologique du Roussillon, animateur du PNA. 10 p.

Priol P. 2018. Analyses statistiques des données d'Emyde lépreuse afin d'évaluer l'impact des crues automnales 2014 sur la population de la Baillaury. Rapport pour le Groupe Ornithologique du Roussillon et le CEN-LR, animateur du PNA. 16 p.

Priol P. 2018. Analyses statistiques de données de CMR d'Emyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) sur le site de la Fosseille, réalisées en partenariat avec Olivier Verneau (UPVD CEFREM) dans le cadre du Plan National d'Action en faveur de l'Emyde lépreuse. Rapport pour le Groupe Ornithologique du Roussillon et le CEN-LR, animateur du PNA. 13 p.



CONTEXTE

Cette étude se base sur les données collectées majoritairement par le GOR dans le cadre du plan national d'actions « Emyde lépreuse ». Des données collectées par Mélodie Vasquez en 2012 dans le cadre de son stage de master 2 sous la direction d'Olivier Verneau UPVD CEFREM CNRS et de Bernard Devaux de la SOPTOM ont aussi été intégrées.

Quatre sites ont fait l'objet de plusieurs sessions de piégeage en 2012 et 2013. Ces données de capture-recapture individuelles ont été analysées finement afin de dégager des recommandations méthodologiques pour les futurs inventaires et suivis de l'espèce. Ces recommandations s'appuient sur l'estimation de paramètres démographiques, et peuvent être déclinées en termes de présence-absence de l'espèce, d'abondance (taille des noyaux/populations) et de dynamique de population.

Ce travail vise essentiellement à dégager de grandes tendances dans les protocoles à mettre en œuvre. Il ne vise pas à détailler un protocole standard de manière précise, notamment du fait que les objectifs en termes de questions mais aussi en termes de précisions peuvent différer entre structures mais aussi du fait que les sites utilisés par l'espèce peuvent être assez variés. Il s'agit donc là de mettre en exergue plus un cadre méthodologique général qu'un protocole au sens strict.

METHODE DE COLLECTE DES DONNEES

Nous définissons une « session » de piégeage comme la période entre la pose de pièges (nasses) et leur retrait. Les « relevés » (également appelés "journées de piégeage") correspondent, quant à eux, aux journées des sessions de piégeage durant lesquelles les pièges sont visités et les individus capturés sont marqués et relâchés. Une session de piégeage est donc composée de plusieurs relevés (ou journées de piégeage).

Le taux de capture peut être défini comme les chances de capturer un individu lors d'un relevé (ou d'une session, selon que les relevés sont séparés ou regroupés par session). Par exemple, un taux de capture de 0,50 pour un relevé donné signifie que l'on a 50% de chance de capturer un individu lors de ce relevé. Plus le taux de capture est élevé, meilleures seront les estimations des autres paramètres démographiques (abondance, survie, recrutement, etc.). On cherche ainsi à optimiser ce taux de capture, et pour cela, il est nécessaire d'étudier comment celui-ci varie selon les conditions de piégeage.

Selon les sites étudiés en 2012 et 2013, les conditions de piégeage ont fortement varié. En effet, différents protocoles ont été utilisés soit à cause de contraintes de terrain, soit pour avoir différents désignes à tester. L'ensemble de ces informations sont reprises dans le tableau 1.



Tableau 1 : Informations relatives aux sessions de piégeage selon les sites d'étude.

	Saint-Jean-Pla de-Corts	Agly	Nidolères	Baillaury
Nombre de sessions de piégeage en 2012	2	0	7	3
Mois de piégeage en 2012	Mai-juillet	0	Avril-mai-juin	Avril-mai-juin
Nombre de sessions de piégeage en 2013	4	13	12	3
Mois de piégeage en 2013	Juin-septembre-octobre	Mai-juin-juillet	Avril-mai-juin-juillet-septembre-octobre	Mai-juin-juillet
Variation du nombre de relevés par session	2012 : de 3 à 4 2013 : de 2 à 5	2 à 3	2012 : de 2 à 4 2013 : de 2 à 4	2012 : 3 2013 : 2
Nombre de secteurs de piégeage	1	3 (connectés)	4	3 (dont un sous-divisé en 4 en 2013)
Distance entre pièges	20m	50m	10 m (mare) à 30m	2012 : 50m 2013 : 100m
Effort de piégeage par session (nb de jours x nb de pièges) en 2013	De 6 à 65	De 22 à 128	De 6 à 12	De 68 à 76
Alternance entre secteurs pour le piégeage	-	-	partiellement	oui

Ces variations limitent la répétabilité des analyses sur l'ensemble des sites. Elles vont permettre de mener des analyses pour estimer certains paramètres pour des sites, mais pas pour d'autres. De même, les protocoles menés sur certains sites permettent de définir des protocoles différents (en retirant des jours de piégeage, ou des sessions par exemple pour obtenir un protocole allégé) sur certains mais pas sur les autres. Le tableau 2 reprend les principales analyses possibles pour chacun des sites.



Tableau 2 : Analyses possibles selon les données disponibles sur chaque site.

	Saint-Jean Pla de Corts	Agly	Nidolères	Baillaury
Etude des variations du taux de capture selon le nombre de jours de piégeage par session	X			X
Etude des variations du taux de capture selon le nombre de sessions	X			
Etude des variations du taux de capture entre saisons	X	X	X	X
Etude des variations du taux de capture selon l'espacement des pièges				X
Etude de la survie et du recrutement entre 2012 et 2013	X		X	X

RECOMMANDATIONS METHODOLOGIQUES

1/ Détecter la présence de l'espèce lors de piégeages sur des sites.

Dans le cadre du PNA il est acté un effort de prospection à l'échelle régionale pour détecter l'espèce sur des sites encore non-connus et cela afin de mieux déterminer la répartition actuelle de l'espèce. Il s'agit donc ici d'assurer la détection de la présence de l'espèce sans volonté d'estimer la taille des noyaux. Par ailleurs il est important que le PNA propose un protocole minimum à appliquer pour s'assurer de la détection de la présence de l'espèce en amont de travaux d'aménagements.

Pour évaluer l'effort de piégeage nécessaire à la détection de l'espèce sur un site qu'elle occupe, nous nous appuyons sur les taux de capture et tailles de population obtenus sur les différents sites (tableau 3).

Le taux de capture individuel par session (détail dans la partie "Détail des analyses par site" ci-dessous) varie ainsi de 2% (en mai, pour des sessions de 2 à 3 relevés) sur l'Agly, à 48% (au printemps, pour des sessions de 2 à 5 relevés) sur Saint-Jean-Pla de Corts pour les valeurs les plus extrêmes. Le tableau 4 présente les probabilités de détecter au moins un individu présent dans la zone piégée lors d'inventaires en fonction de la moyenne du taux de capture minimum, maximum, et moyen. On voit ainsi que pour un taux de capture fort (30%), seulement 2 sessions de piégeage permettent de capturer au moins un individu dans une population de 5 individus autour des pièges, et ce avec plus de 95% de chances. Pour un taux de capture faible (8%), ce nombre de sessions minimal passe à 7, tandis que pour des taux moyens, au moins 3 sessions sont nécessaires.

Dans le cas de prospections sur des sites où l'espèce n'est pas connue, aucune information sur les abondances et taux de capture n'est disponible. Il convient alors de se baser sur des abondances et taux de capture assez faibles pour certifier la présence ou l'absence de l'espèce, et ce avec des seuils de confiance raisonnables. Quatre sessions de capture sont suffisantes pour avoir de grandes chances (>95%) de ne pas manquer l'espèce si 10 individus sont présents autour des pièges, pour des taux de capture de 8%. Il semble donc assez raisonnable de se baser sur ce nombre minimal de



sessions de piégeage sur les sites où l'espèce n'est pas connue. Dans tous les cas le tableau 4 permet de calibrer l'effort en fonction du degré de certitude qui est souhaité.

Tableau 3 : Récapitulatif des abondances, taux de capture minimum, maximum et moyen obtenus selon les sites, d'après les analyses dont le détail figure en partie 3.

	Taux de capture min	Taux de capture max	Taux de capture moyen (modèle constant)	Abondance estimée
Agly	0,02	0,13	0,08	39
Baillaury	0,06	0,48	0,37	187
Saint-Jean Plat de Cors	0,18	0,27	0,21	40
Nidolères	0,04	0,30	0,11	38
<i>moyenne</i>	0,08	0,30	0,19	



Le Tech prise d'eau du canal de Brouilla



Tableau 4 : Probabilités de détecter l'espèce selon l'abondance sur le site, le nombre de sessions de piégeage, et différents taux de capture (valeurs minimales, maximales, et moyennes reprises du tableau 3). En gras, les probabilités supérieures à 95%.

nombre de sessions	nombre d'individus	Taux de capture		
		0,08	0,19	0,3
1	1	0,08	0,19	0,30
	5	0,34	0,65	0,83
	10	0,57	0,88	0,97
	20	0,81	0,99	1,00
	40	0,96	1,00	1,00
2	1	0,15	0,34	0,51
	5	0,57	0,88	0,97
	10	0,81	0,99	1,00
	20	0,96	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
3	1	0,22	0,47	0,66
	5	0,71	0,96	1,00
	10	0,92	1,00	1,00
	20	0,99	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
4	1	0,28	0,57	0,76
	5	0,81	0,99	1,00
	10	0,96	1,00	1,00
	20	1,00	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
5	1	0,34	0,65	0,83
	5	0,88	0,99	1,00
	10	0,98	1,00	1,00
	20	1,00	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
6	1	0,39	0,72	0,88
	5	0,92	1,00	1,00
	10	0,99	1,00	1,00
	20	1,00	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
7	1	0,44	0,77	0,92
	5	0,95	1,00	1,00
	10	1,00	1,00	1,00
	20	1,00	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00
8	1	0,49	0,81	0,94
	5	0,96	1,00	1,00
	10	1,00	1,00	1,00
	20	1,00	1,00	1,00
	40	1,00	1,00	1,00



2/ Estimer les abondances sur des noyaux de population lors d'une saison.

A partir des analyses CMR effectuées sur chaque site, nous cherchons à déterminer les facteurs qui influencent sur le taux de capture des émydes (saison, nombre de relevés par session, nombre de pièges et distance, variations inter-annuelles). Ceci permet de dégager des recommandations pour optimiser les protocoles et obtenir des précisions sur les estimations d'abondance satisfaisantes.

Globalement, à part sur la Baillaury, l'effort de piégeage a été très variable entre les sessions (tableau 1). De même, les distances entre pièges ont pu varier entre les sites et les années. Ceci est probablement à l'origine de la forte variabilité temporelle du taux de capture enregistrée (voir partie "analyses détaillées par site"). Les modèles intégrant les facteurs contrôlés, présentés ci-dessous, sont donc en général moins bien ajustés que le modèle time-dépendant, rendant ainsi les interprétations présentées ci-après partiellement valides. Une première recommandation générale consiste donc à standardiser davantage le nombre de pièges posés à chaque session, et à maintenir une distance entre pièges constante au fil du temps.

Variations du taux de capture au fil des saisons

On note des variations saisonnières du taux de capture par session (de 2 à 5 relevés) sur la plupart des sites.

Les taux de capture de l'automne (octobre) sont faibles (cas de Nidolères, $p=0,05$, IC95% [0.01-0.18] et Saint-Jean Plat de Cors, $p=0,18$, IC95% [0.11-0.26]). Dans ce dernier cas, lorsque l'on retire artificiellement la session d'automne, les estimations d'abondance restent inchangées.

Les taux de capture en début de printemps (avril-mai) sont relativement faibles sur la Baillaury ($p=0,06$, IC95% [0.02-0.16] et $p=0,09$, IC95% [0.03-0.23] en mai 2013) et l'Agly ($p=0,02$, IC95% [0,01-0,07] en mai). Dans le cas de la Baillaury, ce constat de baisse saisonnière est particulièrement marqué pour les femelles en avril 2012 ($p=0,24$, IC95% [0.16-0.34]), peut-être dû à des émigrations temporaires pour la ponte.

Le mois de juin semble plus efficace pour la capture des individus, notamment sur Nidolères ($p=0,16$, IC95% [0.11-0.24]) et Agly ($p=0,13$, IC95% [0,08-0,21]). Sur Saint-Jean-Pla-de-Corts, on note un taux de capture des femelles particulièrement élevé au printemps-été ($p=0,27$, IC95% [0.19-0.36]).

Variations du taux de capture selon le nombre de sessions

Sur Saint-Jean-Pla-de-Corts, on observe des estimations d'abondance bien plus précises en 2013 (CV de 0,05 et 0,06) qu'en 2012 (CV de 0,19 et 0,23). Ceci est en partie dû au nombre plus important de sessions de piégeage (4 au lieu de 2).

Si l'on réduit le nombre de sessions de piégeage en 2013 en conservant uniquement les deux premières sessions, les CV sont augmentés (CV=0,10). Néanmoins, en plus de l'augmentation du nombre de sessions, d'autres facteurs non expliqués ici doivent s'ajouter pour permettre d'expliquer cette augmentation de la précision des estimations d'abondance en 2013.



Variations du taux de capture selon l'espacement des pièges

Sur la Baillaury, on enregistre une très forte baisse du taux de capture par session entre 2012 (p compris entre 0,24 et 0,56) et 2013 (p compris entre 0,09 et 0,22). Les facteurs météorologiques ne semblent pas à l'origine de cette différence car les taux de capture sont assez élevés en 2013 sur les autres sites. De même le nombre de relevés (3 jours en 2012 et 2 en 2013) n'a pas un effet marqué sur le taux de capture, qui reste élevé en 2012 même après retrait d'un relevé. La raison qui pourrait donc expliquer cette différence est le changement des distances entre les pièges posés, qui passent de 50m à 100m (accompagnés corrélativement d'une diminution du nombre de pièges).

Nombre de jours de piégeage par session

Sur Saint-Jean Plat de Cors, on observe une baisse du taux de capture dès le 2^{ème} jour de relevé mais une stabilisation ensuite de ce taux (pas de différence marquée entre sexes). Lorsque l'on baisse artificiellement le nombre de relevés (2 relevés au lieu de 3 à 5) sur ce site, l'estimation des effectifs est peu altérée et présente une baisse légère de la précision des estimations (CV de 0,05 et 0,06 en conservant tous les relevés par session, et 0,09 pour 2 relevés).

De même, sur la Baillaury, on n'observe pas d'effet du retrait d'une journée de relevé (passant de 3 à 2 jours) en 2012 sur les taux de capture, qui se maintiennent à un niveau élevé (p compris entre 0,22 et 0,48). Les estimations d'abondance sont un peu moins précises en retirant une session de capture (CV= 0,08 et 0,05 pour 3 sessions, et 0,10 et 0,07 pour 2 sessions).

Par contre, sur l'Agly, où le nombre de jours de piégeage est relativement faible (2 jours en général), le taux de capture est très faible (p moyen=0,08, IC95% [0.05-0.12]). Ainsi, malgré plus de sessions de piégeage au total sur l'Agly que sur St-Jean Plat de Cors (13 au lieu de 4), où les effectifs sont comparables, la précision de l'estimation de la population est bien plus faible (CV de 0,21 et 0,19 sur l'Agly et 0,05 et 0,04 sur Saint-Jean Plat de Cors). Ceci pourrait être expliqué par la configuration des sites, Saint-Jean Plat de Cors étant un étang où se concentrent beaucoup d'individus au même endroit, tandis que l'Agly est un long cours d'eau (10km de milieu potentiel), où les densités sont par conséquent beaucoup plus faibles.

Bilan

Pour optimiser les protocoles et s'assurer une précision raisonnable pour un effort réaliste dans le cadre du PNA, il faut donc :

- Réaliser au moins 3 sessions de piégeage par an.
- Privilégier les mois de juin-juillet, et éviter avril et octobre.
- Maintenir un effort de piégeage le plus constant possible (même nombre de pièges, même nombre de journées), avec des distances entre pièges inférieures ou égales à 50m.
- 2 journées de piégeage par session semblent suffisantes sur les sites où les individus sont concentrés sur de petites superficies (i.e. mares, étangs). Dans les milieux où les densités et les taux de capture sont beaucoup plus faibles, notamment sur les cours d'eau, le nombre de jours de piégeage devra être revu à la hausse pour obtenir des estimations d'abondance suffisamment précises.



3/ Estimer les paramètres démographiques (survie, recrutement) à long terme.

Sur les trois sites où l'on dispose de deux années de suivi, on note une survie locale faible à très faible au regard de la longévité de l'espèce (comprise entre 0,48 et 0,86 alors qu'on s'attendait à des valeurs supérieures à 0,90).

Sur Saint-Jean-Pla-de-Corts, cette survie est beaucoup plus faible pour les mâles (0,50, IC 95% [% [0,32-0,69]]) que pour les femelles (0,86, IC 95% [0,47-0,98]). En l'absence de recrutement, elle s'accompagne d'une forte chute des effectifs (de 69 individus IC95% [51-110] estimés en 2012 à 40 individus IC95% [39-53] en 2013, soit une baisse de 41%).

Sur Nidolères, le même constat d'une faible survie est observé, avec toutefois une survie plus élevée pour les mâles (P= 0,67, IC95% [0,36-0,88]) que pour les femelles (P=0,48, IC95% [0,10-0,89]). Elle s'accompagne d'une baisse importante des effectifs, passant de 54 IC95% [41-89] à 39 IC95% [33-61], soit une baisse de 30%. Le taux de recrutement est mal estimé (intervalles de confiance très élevés). On note enfin un sexe-ratio très largement déséquilibré sur ce site en faveur des mâles.

Enfin sur la Baillaury, la survie est un peu meilleure que sur les sites précédents, avec une probabilité plus faible pour les femelles (P=0,73, IC95% [0,15-0,98]) que pour les mâles (P= 0,86, IC95% [0,06-0,99]). Contrairement aux deux autres sites, on note un fort recrutement pour les deux sexes, suggérant, que la population est ouverte, avec des émigrations/immigrations d'individus entre les deux années.

Bilan

Globalement, le résultat sur la Baillaury semble indiquer que la population fonctionne de manière ouverte, avec disparition et apparition d'individus d'une année sur l'autre, peut-être dûes à des modifications de domaines vitaux. Cela peut aussi être dû à des individus occupant la périphérie de la zone de piégeage qui, de ce fait, sont capturés par hasard une année et pas l'autre. Ceci pourra être vérifié sur le plus long terme. Avec uniquement deux années de données il faut se garder de vouloir interpréter trop rapidement ces estimations. L'absence de recrutement sur les deux autres sites, qui s'accompagne d'une forte baisse d'effectifs, plaiderait plutôt pour l'hypothèse d'une mortalité élevée entre 2012 et 2013. Néanmoins, en l'absence de facteur explicatif à cette hausse, la modification de protocoles entre les deux années reste la piste à ne pas négliger.

Pour un suivi démographique à long terme des populations, il est crucial de mettre en œuvre un protocole extrêmement standardisé, en répétant les sessions de piégeage à l'identique d'année en année. Ceci afin d'écarter, ou non, cette hypothèse d'une modification du protocole à l'origine des faibles taux de survie observés. Concernant le nombre de sessions, le nombre de jours par sessions, la période des sessions, le nombre et espacement des pièges, il y a lieu de suivre les recommandations de la partie 2 (estimation des abondances). Il faut aussi dans la mesure du possible essayer de développer des protocoles sur des noyaux entiers et non sur des parties de ces noyaux afin de mieux caractériser la survie et le recrutement, en limitant au maximum les effets induits par des déplacements intra-noyau des individus.



Exemple de la Baillaury

Données : CEFREM UPVD CNRS / GOR / SOPTOM

Toutes les données

Numéro	Model	AICc	Delta AICc	Num. Par	Déviante	Convergence du modèle
1	{p(t,g), c(t,g)}	-318,5647	0	20	0	non
2	{p(t), c(t)}	-317,4773	1,0874	12	0	non
3	{p(t,g) = c(t,g)}	-296,781	21,7837	20	0	oui
4	{p(t) = c(t)}	-292,857	25,7077	14	0	oui
5	{p(g), c(g)}	-283,9804	34,5843	13	0	non
6	{p(g) = c(g)}	-278,0539	40,5108	10	0	oui
7	{p(an,g) = c(an,g)}	-277,9076	40,6571	12	0	oui

Estimations depuis le modèle 3

Survie

Femelle 0.73 [0.15-0.98] / Mâle : 0.86 [0.06-0.99]

Recrutement

Femelle 0.19 [0.05-0.50] / Mâle 0.18 [0.06-0.40]

Taille de population

2012 : Femelle 98 [87-119] / Mâle : 95 [89-109]

2013 : Femelle 88 [52-190] / Mâle : 99 [62-198]

Taux de capture mensuels

Avril 2012 Femelle 0.24 [0.16-0.34] / Mâle 0.51 [0.40-0.62]

Mai 2012 Femelle 0.48 [0.36-0.60] / Mâle 0.45 [0.35-0.56]

Juin 2012 Femelle 0.48 [0.36-0.60] / Mâle 0.56 [0.44-0.67]

Mai 2013 Femelle 0.09 [0.03-0.23] / Mâle 0.06 [0.02-0.16]

Juin 2013 Femelle 0.22 [0.09-0.44] / Mâle 0.18 [0.08-0.36]

Juillet 2013 Femelle 0.14 [0.05-0.31] / Mâle 0.22 [0.10-0.42]



Effet du retrait d'une journée de piégeage pour chaque session de 2012.

Cette analyse se base sur le même modèle $\{p(t,g) = c(t,g)\}$

Taux de capture mensuels

Femelle		Femelle	
Avril 2012	Femelle 0.22 [0.14-0.32]	/	Mâle 0.43 [0.32-0.55]
Mai 2012	Femelle 0.42 [0.31-0.56]	/	Mâle 0.43 [0.32-0.55]
Juin 2012	Femelle 0.40 [0.29-0.53]	/	Mâle 0.48 [0.37-0.60]
Mai 2013	Femelle 0.09 [0.03-0.23]	/	Mâle 0.06 [0.02-0.16]
Juin 2013	Femelle 0.22 [0.09-0.44]	/	Mâle 0.18 [0.08-0.36]
Juillet 2013	Femelle 0.14 [0.05-0.31]	/	Mâle 0.22 [0.10-0.42]

Abondance en 2012

3 relevés :	Femelle 98 [87-119]	/	Mâle 95 [89-109]
2 relevés :	Femelle 97 [83-124]	/	Mâle 91 [83-108]

Références citées

- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. - 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information Theoretic Approach*. Springer, New-York.
- Pradel, R. - 1996. Utilization of capture–mark–recapture for the study of recruitment and population growth rate. *Biometrics* 52, 703-709.
- White, G.C., & Burnham, K.P. - 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 Supplement: 120-138.
- White, G.C., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Otis, D. L. - 1982. *Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations*. Los Alamos National Laboratory Rep. LA-8787-NERP, Los Alamos, New Mexico, USA. 235pp.

Référence à citer pour ces travaux :

Couturier T & Besnard A. 2014. - Bilan 2013 des campagnes de capture-recapture obtenues dans le cadre du PNA Emyde lépreuse - Recommandations méthodologiques pour les futurs suivis - Rapport pour le Groupe Ornithologique du Roussillon, animateur du PNA - 14pp



Action 4 : ANALYSE ET UTILISATION DES HABITATS PAR DES CAPTEURS EMBARQUES

Suivant des protocoles à définir, la mise en place de suivis par GPS d'animaux, selon les classes d'âge, le sexe, le site, servira à :

Rappel de l'Objectif :

2- Améliorer les connaissances écologiques afin d'identifier finement les besoins de l'espèce nécessaires à sa conservation en termes d'habitats, aux différents stades du cycle biologique.

Bilan 2012-2017 :

Le niveau de réalisation de cette fiche peut être considéré comme complet mais il y a encore toutefois des informations à acquérir.

- Identifier des habitats de ponte
- Évaluer les déplacements, les phénomènes de dispersion
- Comprendre l'utilisation des milieux terrestres (ponte, gîtes, zone d'insolation, hivernage/estive...)

15 GPS ont été déployés entre 2013 et 2014. Des tentatives de reprises de GPS ont encore eu lieu en 2015 et 2016 sur des animaux encore observés équipés, malheureusement sans succès. Un gps a été retrouvé de manière fortuite en 2017 mais il n'a pas pu être rallumé.

Cette étude est la première à déployer avec succès des GPS sur des tortues d'eau douce de taille moyenne. Elle montre que sur un milieu type étang, les émydes recapturées sont sédentaires et ne changent pas d'habitat, malgré la proximité d'autres points d'eau et de rivières.

Au-delà des informations sur les positions des animaux et leur domaine vital, cette étude montre que les GPS peuvent également fournir des informations nouvelles sur le comportement des émydes, comme le comportement de ponte, encore inconnu en milieu naturel chez cette espèce en France.

Les principaux enseignements pour les animaux **recapturés** sont :

- Animaux fidèles au site avec un faible rayon de prospection
- Des territoires vitaux de 0.4 à 6 ha, mais surtout très hétérogènes selon le type de milieu. Une femelle suivie 105 jours a un territoire de 1.3ha sur un cours d'eau de très faible profondeur.
- De séquences nocturnes de pontes sont observés dans un rayon de 30 m autour des points d'eau.

Cette première étude met également en évidence des limites qu'il faudra résoudre à l'avenir :

- le retour un peu faible des animaux équipés (environ 60 %), pose la question de devenir des autres individus étudiés. Ce retour peut s'expliquer par une sous-estimation initiale du taux de recapture d'individus précis. Il peut également illustrer une émigration ou une mortalité qui restent à évaluer précisément.
- Il faut coupler le gps avec un système de localisation à distance type puce RFID active pour mieux cibler les recherches et les sessions de capture manuelle sur les cours d'eau de faible profondeur.



Quant à l'hivernage, on manque de données factuelles mais les observations de terrain nous laissent penser que les gros individus hivernent sous l'eau et que les juvéniles sont plutôt terrestres. Sur la Llabanère, les femelles équipées de GPS ont été retrouvées en octobre enfouies dans la végétation des berges. Les résultats des pyramides des âges post crue sur la Baillaury vont dans ce sens avec la disparition des gros adultes et l'apparition de juvéniles de 2 à 4 ans non marqué.

1. Bilan des pauses de GPS

Dans le cadre du Plan national d'action en faveur de l'Émyde lépreuse, le Groupe Ornithologique du Roussillon a confié le suivi scientifique de l'action A4 « analyser l'utilisation de l'habitat par suivi GPS » au CNRS-IPHC.

Cette action a été réalisée dans le cadre d'une convention pour subvention d'étude (référence GOR : 2013-01, référence CNRS 094338) signée le 24 mai 2013.

Conformément à cette convention susmentionnée, ce document présente le rapport technique global d'activité.

2. Objectifs de l'action

L'objectif de l'action est de réaliser le suivi par GPS d'une dizaine d'émydes lépreuses *Mauremys leprosa* afin d'analyser l'utilisation de l'habitat par ces animaux.

3. Actions réalisées

Les actions ont été de deux ordres :

- Des missions de terrain au cours desquelles des sessions de piégeage ont été réalisées, ainsi que des actions de communication ;
- L'analyse des données collectées.

a. Missions de terrain

Deux sessions de terrain communes GOR-CNRS ont été réalisées du 3 au 7 juin et du 24 au 28 juin 2013.

Compte tenu du faible taux de recapture lors de la 2^{ème} session, des unités supplémentaires ont été déployées pendant cette session, des sessions de captures supplémentaires ont été menées par le GOR seul et une 3^{ème} session commune, non prévue initialement, a été effectuée du 30 septembre au 9 octobre 2013.

Ces sessions de piégeage communes ont été menées selon le protocole de suivi démographique par capture/marquage/recapture établi par le GOR, sous couvert des autorisations de capture du GOR : des nasses de 30 et 40 cm de diamètre ont été déployées en quantités adaptées sur les sites où la



présence d'émydes est connue ou suspectée. Ces nasses étaient numérotées et géoréférencées. Elles étaient relevées quotidiennement à pied et/ou en canoë pour récupérer les animaux capturés. Ces animaux étaient identifiés (par encoche sur carapace), mesurés et pesés, et éventuellement équipés d'un GPS avant d'être relâchés sur le lieu de capture.



Figures 1&2. Relevé des nasses sur l'étang de St Jean Pla de Corts & relevés de données biométriques.

Le détail des sites et des efforts de piégeage est présenté dans le **Tableau 1**.

Session	Localité	Lieu dit	Position	Date de pose	Date dépose	Nb de nasses	Effort de piégeage (masse.jour)	Nb d'émydes capturées	fréquence
2013-1	Bailoury	Pont Ravelada	42.46245N, 3.09042E	02/06/2013	04/06/2013	34	66	19	0.28
2013-1	Bailoury	Pont Ravelada	42.46245N, 3.09042E	05/06/2013	07/06/2013	38	76	23	0.30
2013-1	Claira	Agly, D900 aval		05/06/2013	07/06/2013	24	48	4	0.08
2013-1	Le Boulou	Tech, falaise alluviale	42.53369°N, 2.84869°E	03/06/2013	06/06/2013	13	39	1	0.03
2013-1	St Jean Pla de Corts	base de loisirs	42°30.923N, 2°48.501E	03/06/2013	05/06/2013	13	26	38	1.46
2013-1	Tresserre	Nidolère-mare	42.53685°N, 2.85098°E	03/06/2013	05/06/2013	6	12	4	0.33
2013-1	Tresserre	seuil	42.54030°N, 2.86107°E	03/06/2013	05/06/2013	9	18	1	0.06
2013-2	Bailoury	Pont Ravelada	42.46245N, 3.09042E	25/06/2013	27/06/2013	38	76	21	0.28
2013-2	Le Boulou	Tech, falaise alluviale	42.53369°N, 2.84869°E	24/06/2013	27/06/2013	10	30	1	0.03
2013-2	St Jean Pla de Corts	base de loisirs	42°30.923N, 2°48.501E	24/06/2013	28/06/2013	13	65	29	0.45
2013-2	Tresserre	Nidolère-mare	42.53685°N, 2.85098°E	24/06/2013	27/06/2013	4	12	10	0.83
2013-2	Tresserre	seuil	42.54030°N, 2.86107°E	24/06/2013	27/06/2013	1	3	1	0.33
2013-3	Le Boulou	canal d'arrosage Brouilla		04/10/2013	07/10/2013	10	30	2	0.07
2013-3	Rivesaltes	Agly, plan d'eau de pêche		01/10/2013	04/10/2013	6	18	0	0.00
2013-3	Rivesaltes	Agly, passage à gué au pont de la D900		30/09/2013	07/10/2013	30	210	16	0.08
2013-3	St Jean Pla de Corts	base de loisirs	42°30.923N, 2°48.501E	02/10/2013	08/10/2013	13	78	30	0.38
2013-3	Torrevilles	STEP		01/10/2013	03/10/2013	17	34	1	0.03

Tableau 1. Détail des sites et des efforts de piégeage du suivi GPS 2013.

Les GPS utilisés sont des unités Cattrack (<http://www.mr-lee-catcam.de/>) modifiées à l'IPHC ('Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien), dont les dimensions finales sont 4.25x2.5x1.0 cm pour une masse de 18 grammes. Pour respecter le ratio de 5% [entre la masse du matériel déployé et celle de l'animal équipé] communément admis pour limiter le dérangement, les GPS n'ont été déployés que sur des individus de plus de 400 grammes.

Parmi les 152 émydes capturées au cours des deux premières sessions, 13 (dont le mâle E052 rééquipé après recapture) avaient une masse suffisante pour être équipées d'un GPS.

Ces unités programmables ont une durée de vie tributaire du protocole d'échantillonnage choisi : lors de la 1^{ère} session, le protocole d'échantillonnage était de 1 point par heure en continu permettant une autonomie théorique de 24 jours ; lors de la 2^{ème} session, le protocole d'échantillonnage était de 1 point par heure de 06:00 à 18:00 UTC pour doubler l'autonomie et tenir compte de la carence estivale liée aux activités touristiques sur les sites.



Figures 3&4. GPS utilisé pour cette étude pour une masse finale inférieure à 20 grammes. L'ensemble est fixé sur la tortue par un serre-joint plastique passé sous une grille plastique (encollée sur la carapace avec de résine époxy prise rapide), qui en permet le retrait aisé sur le terrain. La grille et la résine sont facilement retirées à la main.



Un récepteur GPS est un système qui capte les signaux d'au moins quatre satellites de la constellation GPS, à partir desquels il calcule sa position. Le système ne fonctionne que lorsque le récepteur GPS est à ciel ouvert : il ne fournit donc des informations que lorsque l'animal est en surface ou émergé.



La précision de localisation GPS fournie par le fabricant est de l'ordre du mètre (± 5 m). Pour vérifier cette valeur et illustrer l'incertitude des mesures réalisées au cours de cette étude, un GPS Cattracka été déployé sur un point fixe, en zone dégagée, sur l'îlot central de l'étang de St Jean Pla de Corts.

Les 1998 localisations ainsi collectées ont permis de calculer le point central, avec un écart-type sur la latitude et la longitude, de $7,877E-05^\circ$ et $1,52E-04^\circ$, respectivement, soit un rayon d'incertitude autour de ce point central de 6.1m.

La **Figure 5** illustre **la proportion (%) de localisations du point fixe de l'îlot central obtenues en fonction de leur distance (en mètres)**. On notera que si 50% des localisations sont à moins de 4 mètres et 90% à moins de 10 mètres, la distance la plus éloignée du point fixe dépasse 440m.

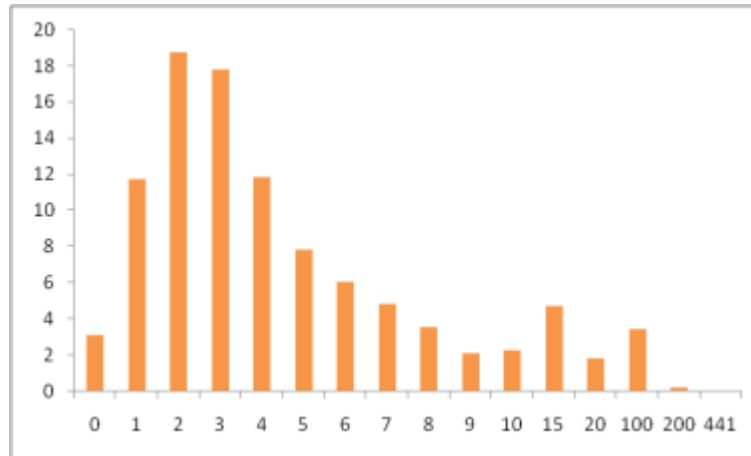


Figure 5. Illustration de l'erreur de la mesure des GPS à partir de la proportion de localisations obtenues en fonction de leur distance (en m) à un point fixe.

Le détail des déploiements est présenté dans le **Tableau 2**.

Session	GPS #	Poids total GPS_g	Protocole	Site de capture	Date de capture GMT	ID_encoche	Sexe	Dossier	Long_mm	Poids cistude_g
2013-1	1	20,2	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	04/06/2013 16:00	E239	femelle			403
2013-1	2	19,7	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	04/06/2013 16:00	E045	mâle			495
2013-1	3	20,4	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	04/06/2013 16:00	E052	mâle			457
2013-1	4	20,5	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	04/06/2013 16:00	E234	femelle			523
2013-1	5	20,1	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	05/06/2013 08:00	E054	femelle			446
2013-1	6	20,4	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	05/06/2013 08:00	E231	femelle			709
2013-1	7	19,8	1 pt / h sur 24h	Vallaurie	06/06/2013 14:00	E040	femelle	181		875
2013-1	8	19,5	1 pt / h sur 24h	Vallaurie	06/06/2013 14:00	E142	femelle	163		623
2013-1	9	19,3	1 pt / h sur 24h	Vallaurie	06/06/2013 14:00	E346	femelle	163		598
2013-1	10	19,3	1 pt / h sur 24h	Vallaurie	06/06/2013 14:00	E211	femelle	161		661
2013-2	15	19,8	1 pt / h sur 24h	St Jean Pla de Corts	26/06/2013 15:05	E052	mâle			485
2013-2	16	19,7	1 pt / h de 6-18UTC							
2013-2	17	19,7	1 pt / h de 6-18UTC	Nidolères canal	26/07/2013 16:00	E205	mâle			621
2013-2	18	19,7	1 pt / h de 6-18UTC							

GPS #	Rq pose	Date déploiement GMT	Date recapture	Poids total recapture_	Poids cistude recapt	RQ recapt
1	velcro	05/06/2013 08:45	06/10/2013 15:00			GPS perdu
2	velcro	05/06/2013 08:45				
3	velcro	05/06/2013 08:45	26/06/2013 16:00	515	491	GPS3 clignote bleu, data OK
4	velcro	05/06/2013 08:45				
5	grille	05/06/2013 16:00	20/09/2013 12:00			GPS5, noyé, data OK
6	grille	05/06/2013 16:00	03/10/2013 09:30			GPS6, noyé data OK
7	grille	07/06/2013 10:00				
8	grille	07/06/2013 10:00				
9	grille	07/06/2013 10:00				
10	grille	07/06/2013 10:00				
15	grille, ex GPS3	26/06/2013 15:20				
16						
17	grille					
18						

Tableau 2. Détails des déploiements et récupérations de GPS 2013.

Parmi les 13 émydes équipées, 4 ont été recapturées (en gras dans le **Tableau 2**), exclusivement à St Jean Pla de Corts, dont un mâle (E052) à la 2^{ème} session au cours de laquelle il a été rééquipé d'un autre GPS, et une femelle (E239), en 3^{ème} session, qui avait perdu son GPS déployé en 1^{ère} session. Les trois unités récupérées avaient subi des infiltrations d'eau importantes, apparemment dues à des épines (type ronces).

Au cours de la 2^{ème} mission, une action de communication a été menée par Réseau de Transport d'Electricité de France, avec la production d'une vidéo à usage interne. Cette vidéo est disponible sur <http://jygeorges.free.fr/gor/>



b. Analyse de données

Description générale

Les 3 GPS récupérés ont restitué l'intégralité de leurs données enregistrées. Cependant, la durée d'enregistrement était relativement faible pour deux d'entre eux, probablement du fait des infiltrations d'eau qui ont pu décharger prématurément la batterie. On notera cependant que la durée d'enregistrement du GPS6 était deux fois supérieure à celle attendue. Le résumé des durées de suivi et des données collectées figure dans le **Tableau 3**.

GPS #	Début du suivi	Fin du suivi	Durée du suivi_j	Nb de positions	Nb de positions/j
3	05-juin 08:45	22-juin 10:22	17,1	65	3,8
5	05-juin 16:00	20-juin 13:46	14,9	80	5,4
6	05-juin 16:00	22-juil 17:35	47,1	246	5,2

Tableau 3. Résumé des données collectées.

L'ensemble des positions GPS obtenues pour chaque individu est illustré dans la **Figure 6**.

Localisations GPS obtenues sur 3 émydes lépreuses *Mauremys leprosa* équipées sur St Jean Pla de Corts (66) en juin 2013



Figure 6. Carte des positions GPS obtenues sur les 3 individus recapturés.

Toutes les positions ont été obtenues sur et à proximité immédiate de l'étang. Le mâle GPS3 (en bleu) avait un comportement très sédentaire inféodé à l'îlot central qu'il n'a pas quitté pendant les deux semaines de suivi. Les femelles GPS5 (en rouge) et GPS6 (en vert) ont, elles aussi, été localisées autour de l'îlot, mais également dans la zone située entre l'étang et le point d'eau voisin,



au nord-est. La femelle GPS6 (en vert), dont le suivi a duré plus d'un mois, a également été localisée sur la berge sud ainsi que sur le point le plus éloigné sur la berge ouest de l'étang. Ainsi, le mâle GPS3 (en bleu) et les femelles GPS5 (en rouge) et GPS6 (en vert) utilisaient respectivement un domaine de 1330m², 22230 m² et 110452 m².

Pattern horaire

Les positions ont été reçues essentiellement dans la journée, plus de 75% ayant eu lieu entre 05:00 et 18:00 GMT pour chacun des individus. Le détail des fréquences de localisations horaires est illustré dans la **Figure 7** qui montre *pour chaque individu, la proportion (%) de localisations obtenues par tranche horaire d'une heure*.

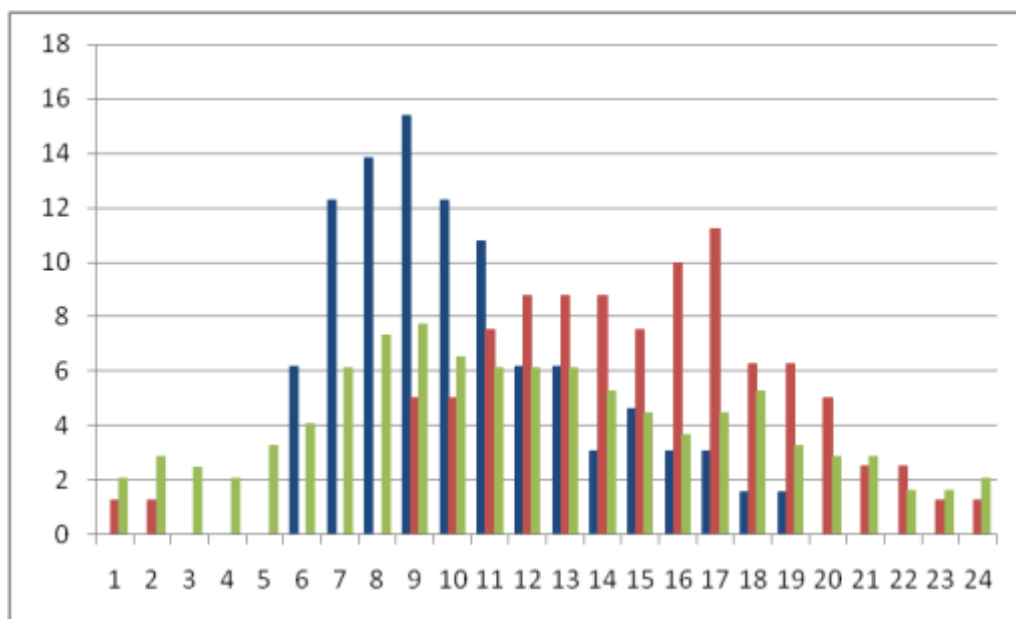


Figure 7 : proportion de localisations obtenues pour chaque individu en fonction de la tranche horaire.

Ces positions diurnes pourraient être associées à des sites d'insolation où les animaux assurent leur thermorégulation.

On peut noter qu'aucune position n'est collectée de nuit pour le mâle GPS3 (en bleu), alors que pour les femelles GPS5 (en rouge) et GPS6 (en vert), respectivement 15 et 24% des positions reçues sont nocturnes. Ces positions nocturnes exclusivement obtenues chez les femelles pourraient être associées à un comportement de recherche de site de ponte ou de ponte.



Activité diurne

Du fait du protocole d'échantillonnage choisi (1 localisation par heure), le nombre de localisations diurnes peut être utilisé comme un indice de l'activité quotidienne d'émergence des animaux : deux localisations successives indiquant que l'animal est resté émergé au moins une heure mais moins de deux. Cette activité d'émergence peut être reliée à un comportement d'insolation dont les animaux ont besoin pour plusieurs fonctions vitales telle que la thermorégulation. L'activité diurne individuelle est illustrée dans la **Figure 8** qui montre *pour chaque individu, le nombre quotidien de localisations diurnes obtenues au cours du suivi*.

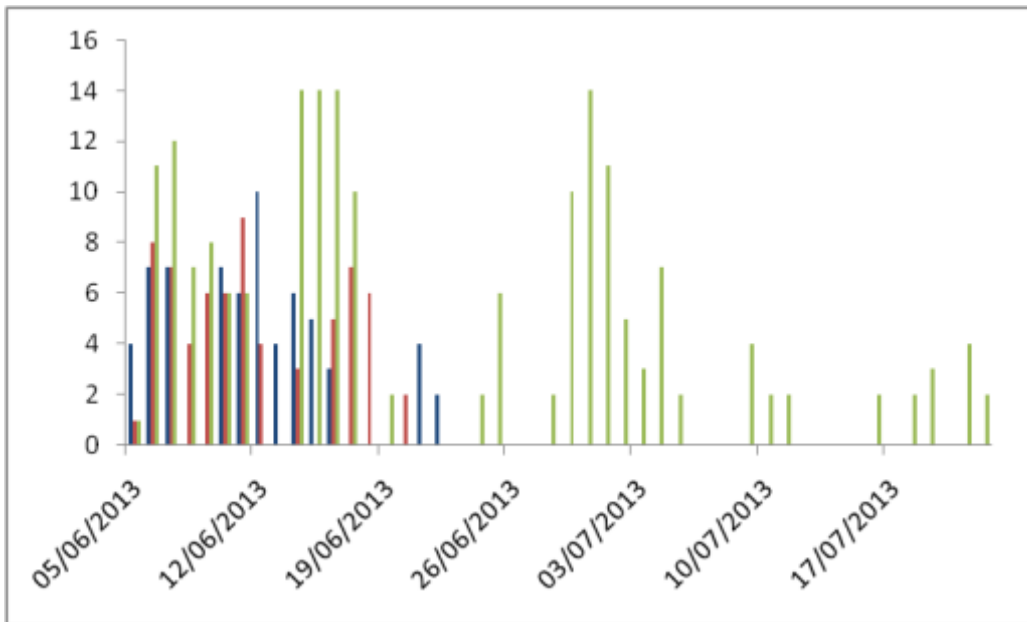


Figure 8. Nombre quotidien de localisations diurnes obtenues pour chaque émyde au cours du suivi.

On peut noter une activité d'émergence relativement faible au jour du relâcher. Ceci peut s'expliquer, pour les femelles GPS5 (en rouge) et GPS6 (en vert) par le fait que le relâcher a eu lieu en fin de journée, et pour le mâle GPS3 (en bleu) par un possible dérangement lié à la manipulation, qui s'estompe dès le 2^{ème} jour.

A partir du 2^{ème} jour, le nombre quotidien de localisations diurnes variait entre les individus, ce qui suggère des comportements d'émergence diurne / insolation différents. Le **Tableau 4** résume cette variabilité interindividuelle du comportement d'émergence diurne en termes de **nombre de localisations horaires diurnes obtenues sur l'ensemble du suivi individuel et sur les jours au cours desquels au moins une localisation diurne a été obtenue (j*)**. En moyenne, sur la durée de chaque suivi, les émydes ont passé 3 heures émergées par jour ; au cours des journées où elles ont été émergées au moins une heure (*), les émydes ont passé en moyenne 5.8 heures émergées par jour.

GPS#	Nb loc diurnes/j	Nb loc diurnes/j*
3	3,6±3,2 (17)	5,5±2,1 (12)
5	4,5±2,8 (15)	5,6±2,0 (12)
6	4,0±4,6 (47)	6,4±4,3 (29)



Cette variabilité quotidienne de l'activité d'émergence diurne peut être liée à différents facteurs (effet sexe, conditions météorologiques, dérangement, etc.) qu'il faudra étudier par la suite plus finement (à l'échelle de l'heure de la journée) et avec de plus grands échantillons.

Activité nocturne

De la même manière, l'analyse des heures de localisations nocturnes peut donner des informations sur les dates probables de tentative de ponte ou de ponte effective. L'activité nocturne individuelle est illustrée dans la **Figure 9** qui montre *pour chaque individu, le nombre quotidien de localisations nocturnes obtenues au cours du suivi.*

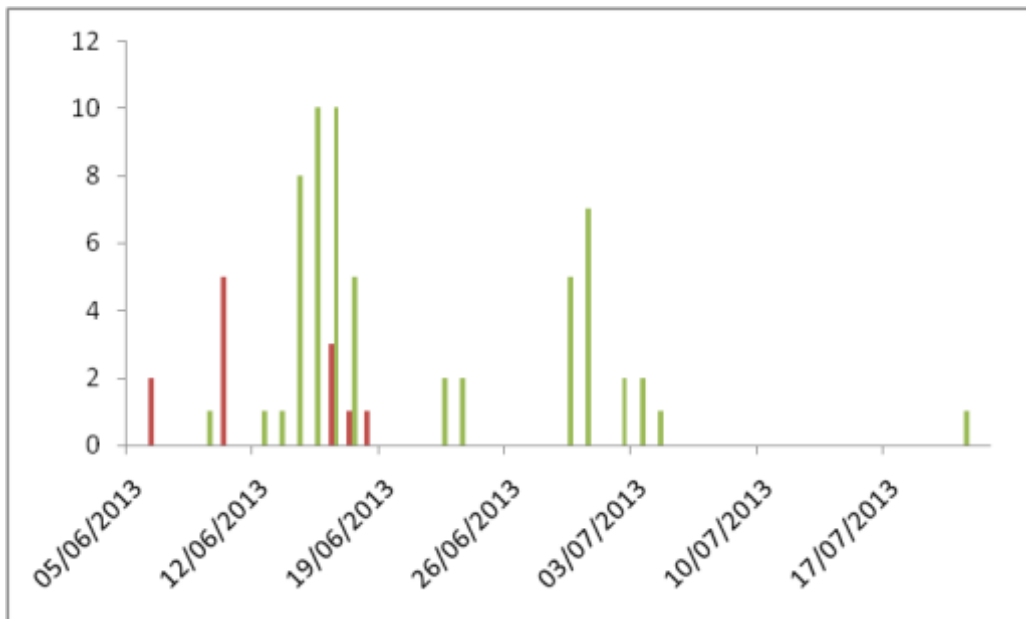


Figure 9. Nombre quotidien de localisations nocturnes obtenues pour chaque émyde au cours du suivi.

On peut noter que les femelles GPS5 (en rouge) et GPS6 (en vert) sont généralement restées émergées de une à plusieurs heures par nuit. On notera en particulier que la femelle GPS6 est restée émergée au moins 5 heures par nuit entre les 14 et 17 juin et entre les 29 et 30 juin. Le **Tableau 5** résume ce comportement d'émergence nocturne en termes de **nuits où au moins une position nocturne a été enregistrée, la durée de l'émergence nocturne et la distance parcourue par nuit.**



GPS#	Date de montée	Temps (h) passé hors de l'eau	Distance (m) parcourue hors de l'eau
5	06/06/2013	2	17,1
5	10/06/2013	5	81,9
5	16/06/2013	3	18,9
5	17/06/2013	1	
5	18/06/2013	1	
6	09/06/2013	1	
6	12/06/2013	1	
6	13/06/2013	4	156,8
6	14/06/2013	10	101,9
6	15/06/2013	10	75,9
6	16/06/2013	10	61,9
6	22/06/2013	4	33,5
6	29/06/2013	10	366,8
6	30/06/2013	6	71,2
6	04/07/2013	1	
6	21/07/2013	1	

Tableau 5. Résumé du comportement nocturne observé chez les femelles.

Ces informations peuvent être replacées sur une carte, qui révèle les sites probables de ponte pour chaque femelle, illustrés dans la **Figure10**.

Localisations GPS obtenues de jour/nuît sur 2 émydes lépreuses femelles équipées sur St Jean Pla de Corts (66) en juin 2013



Figure 10. Carte de positions GPS obtenues la nuit pour les deux femelles.

En moyenne, les deux femelles sont restées émergées pendant un peu plus de 4 heures lorsqu'elles montaient à terre de nuit, pendant lesquelles elles effectuaient des distances d'en moyenne 100 mètres par nuit. Les positions nocturnes et les distances parcourues par nuit indiquent que chaque



émyde a plusieurs sites probables de ponte, mais que lors d'une sortie, elle ne passe pas d'un site probable de ponte à un autre.

Des données de terrain sont nécessaires pour confirmer la ponte effective et la réalité biologique de deux éventuelles pontes successives dans un intervalle de 15 jours, ce qui serait peu comparé à la cistude d'Europe (26 jours entre deux pontes en Alsace ; Georges, non publié).

4. Conclusions et recommandations

Cette étude est à notre connaissance, la première à déployer avec succès des GPS sur des tortues d'eau douce de taille moyenne. Elle montre que sur l'étang de St Jean Pla de Corts, les quelques émydes suivies sont sédentaires et ne changent pas d'habitat, malgré la proximité d'autres points d'eau et de rivières.

Au-delà des informations sur les positions des animaux et leur domaine vital, cette étude montre que les GPS peuvent également fournir des informations nouvelles sur le comportement des émydes, comme le comportement de ponte, encore inconnu en milieu naturel chez cette espèce. Cette étude doit cependant être menée sur des effectifs plus importants pour pouvoir tirer des conclusions sur la biologie de l'espèce et apporter une base scientifique d'aide à la gestion des populations et de leurs habitats.

Cette première étude montre également des limites qu'il faudra lever à l'avenir. D'une part, le faible retour des animaux équipés (4 sur 13, soit 30%), pose la question du devenir des individus étudiés. Ce faible retour peut s'expliquer par une sous-estimation initiale du taux de recapture d'individus précis. Il peut également illustrer une émigration ou une mortalité qui restent à évaluer lors de la prochaine saison. En plus de sessions de captures à venir, il faudra envisager d'équiper les animaux de systèmes de localisation à distance (VHF, puce RFID active) pour cibler les recherches et les sessions de capture. D'autre part, le système d'étanchéité doit être remplacé par un enrésinement des unités, avec la contrainte que cela augmentera la masse des GPS à 25g, qui seront donc utilisables que sur des animaux d'au moins 500 grammes. Enfin, certaines hypothèses avancées ici nécessitent d'être testées par des observations de terrain inédites, ce qui ouvre à de nouvelles actions de recherche et de partenariat entre le GOR et le CNRS.



Action 6a : IDENTIFIER LES OBSTACLES À UNE CONNEXION DES POPULATIONS EXISTANTES (ÉCHELLE D'UN COURS D'EAU)

- Corréler la cartographie de ces ouvrages aux résultats des domaines vitaux (déplacements des individus)
- Analyser si la télémétrie ou les CMR permettent d'identifier des éléments sur les connexions entre les noyaux
- Suivant les résultats de ces études, identifier les moyens d'actions possibles pour rendre ces obstacles franchissables (rampes de franchissement, ouvertures ponctuelles dans les barrages anti-crues...)

Les données de CMR à l'échelle des bassins versants a permis de faire un premier point sur les déplacements d'Emyde sur le Tech et l'Agly.

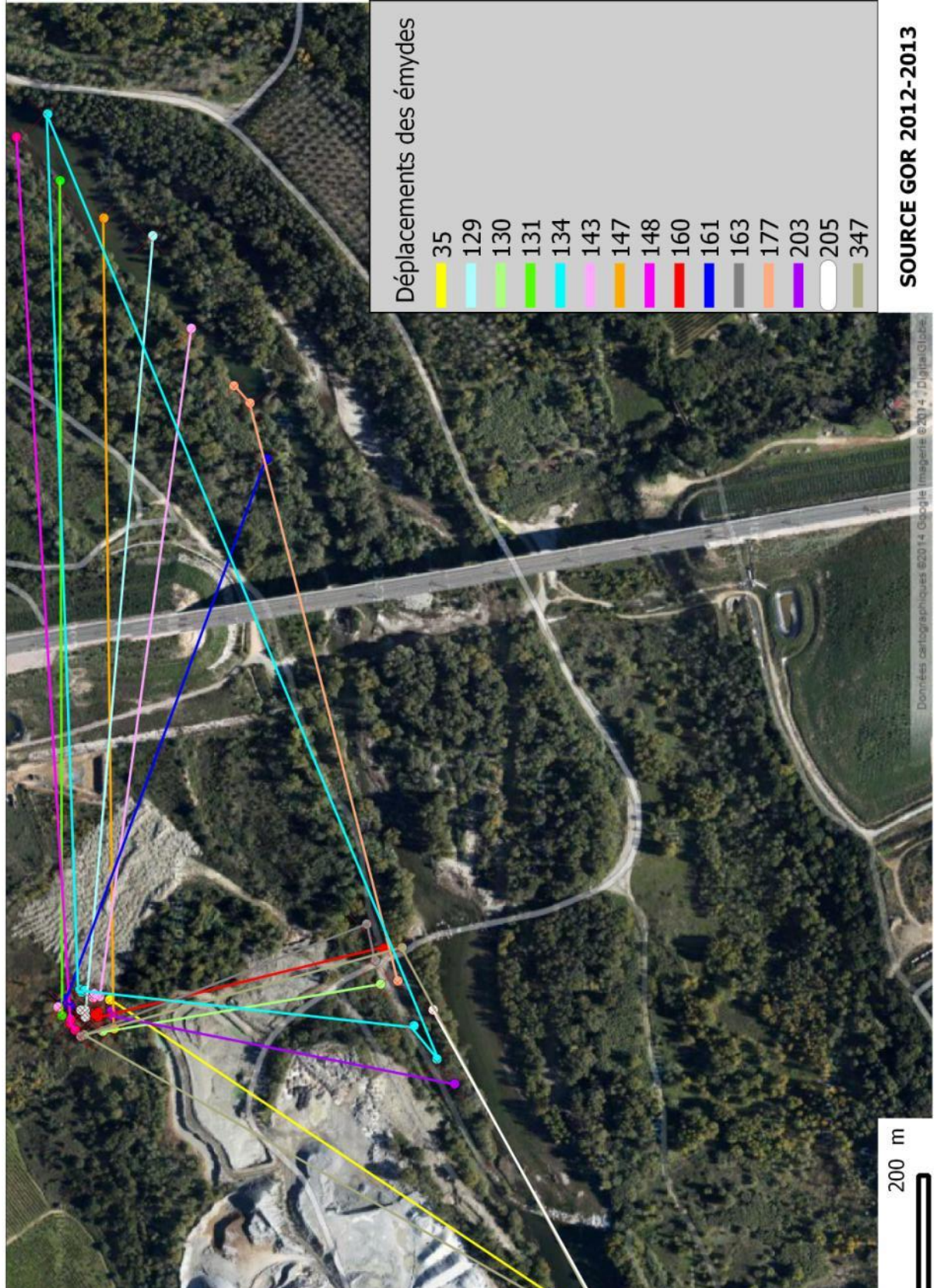
Les grands déplacements observés à ce jour (plus de 2 km) semblent être en majorité lié à des mâles qui circulent au sein de noyaux de femelles.

La carte suivante présente les déplacements des individus au sein d'un même noyau au fur et à mesure de la saison et des assèchements de mares.

Des animaux ont aussi pu être retrouvés et sauvés grâce au marquage lors de captures accidentels par tiers.



Déplacements des émydes lépreuses (Mauremys leprosa) sur le Tech (commune Tresserre et Boulou)





Action 9 : PRÉVENIR L'INTRODUCTION DE TORTUES EXOTIQUES DANS LE NOYAU DE LA BAILLAURY

- Mise en place d'un protocole de détection des introductions
- Sensibiliser les populations proches
- Médiatiser l'action auprès du grand public pour faire remonter des informations et prévenir toute introduction
- Interrogation des personnes vivant proche des sites connus
- Agir très rapidement pour capturer d'éventuelles tortues introduites avant toute reproduction

Cette action s'appuie sur une veille des stations connues lors d'autres opérations de suivis et de communication effectuées dans le cadre du PNA.

Les travaux de capture réalisés en 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016 sur la Baillaury n'ont pas révélé la présence de tortues exotiques.

Action 10 : SUPPRIMER LES TORTUES EXOTIQUES PRÉSENTES DANS LES STATIONS D'ÉMYDE

- Identifier les personnes et les organismes habilités et capables de réaliser ces opérations
- Diffuser des outils d'identification et former les opérateurs
- Mise en place d'un protocole de capture
- Test de différentes méthodes (piégeage, tir...)
- Réalisation de campagnes de capture
- Définir une filière pour accueillir les tortues exotiques capturées ou les euthanasier
- En seconde priorité, les sites favorables à une colonisation par l'émyde devront faire l'objet d'opérations de retrait des tortues exotiques du milieu naturel

C'est le volet opérationnel de l'action 9 : si des tortues exotiques sont repérées sur les stations d'émyde, les protocoles de captures seront activés pour essayer de récupérer ces animaux.

Plus de 280 adultes et de nombreux juvéniles ont été capturés sur le département. Toutes ont été euthanasiées.



Photo : Tortue à tempes rouges retirées du fleuve Agly (Pyrénées Orientales)



Détail sur les de la demande Emyde Lépreuse : Précision sur les actions (GPS, WACU)



Strasbourg, le 27 janvier 2021

Destinataires

Olivier Verneau, verneau@univ-perp.fr
Lionel Courmont, lionel.courmont@cenlr.org
Anne-Sophie Le Gal, anne-sophie.legal@iphc.cnrs.fr

**Département
Ecologie, Physiologie
et Ethologie**

23 rue Becquerel
F-67087 Strasbourg Cedex 2
UMR 7178

Jean-Yves GEORGES

Tel. (33) 03 88 10 69 50
Fax. (33) 03 88 10 69 06
jean-yves.georges@iphc.cnrs.fr

Protocole de suivi de populations d'émydes lépreuse

dans le cadre du programme de recherche scientifique

**Réponses comportementales et démographiques de l'émyde lépreuse
Mauremys leprosa à l'anthropisation des zones humides**

Acronyme : EMYDEPOLL

Année 2021-2023

sous la co-tutelle de





Contexte

Anthropisation, biodiversité, émyde, PNA, thèse

Objectifs

Ce projet vise à évaluer l'impact de la variabilité environnementale sur les populations d'émyde lépreuse *Mauremys leprosa* dans les Pyrénées-Orientales pour prédire les capacités de survie de l'espèce face aux changements globaux. L'originalité de ce projet réside dans le fait qu'il est basé sur le suivi d'individus d'identité connue issus de plusieurs populations susceptibles d'être différemment impactées par les activités humaines et en particulier la pollution aquatique : au-delà des traditionnels (mais incontournables) suivis démographiques, ce projet propose, par une approche intégrée basée sur les dernières méthodes de suivi de la faune sauvage, de préciser les mécanismes écophysiologiques sous-jacents aux réponses comportementales et démographiques face à différents niveaux d'artificialisation et de pollution. A notre connaissance, un tel suivi longitudinal, pluriannuel, multi-site sur cette espèce n'existe pas.

1. Sur chaque site, caractériser la structure et la dynamique des populations, en lien avec la qualité écologique de leur territoire (régime hydrique, couvert végétal, richesse et disponibilité alimentaire, degré de pollution aquatique)
2. Sur chaque site, caractériser le comportement individuel d'émydes évoluant librement dans leur milieu, en lien avec les conditions environnementales de l'année et l'état d'avancement de la saison de ponte.
3. Sur chaque site, identifier et caractériser les sites de ponte principaux (type d'habitat, régimes thermique et hygrométrique de l'atmosphère et du sol, type d'habitat) ainsi que la phénologie de la reproduction (début et fin de la période active/inactive, dates et nombre de pontes par femelle) ;
4. Etudier l'éventuelle variabilité inter-sites et interannuelle de ces paramètres pour évaluer la vulnérabilité des populations d'émydes.

Un focus sera fait sur les femelles adultes du fait de leur contribution majeure à la dynamique de population par le biais de la reproduction.



Description des protocoles

3. Sites d'étude

Cette étude est basée sur le suivi pluriannuel d'émydes lépreuses femelles adultes d'identité connue issues de trois populations des Pyrénées-Orientales :

1. Site de la Baillaury
2. Site de la Fosseille en amont et en aval d'une station d'épuration
3. Site de l'Agouille de la Mar



Carte des Pyrénées-Orientales localisant les sites de l'étude

Le choix de ces sites et de ces populations se justifie par les raisons suivantes :

1. Ce sont des populations d'importance majeure aux échelles régionale et nationale, exploitant des habitats contrastés représentatifs de la région, susceptibles de répondre différemment face aux conditions environnementales ;
2. Ces populations ont fait (et pour certaines font encore) l'objet d'un suivi régulier qui nous permet d'établir un état initial en début d'étude ;
3. De fait, notre étude permettra de répondre aux questions suivantes :
 - a. Est-ce que le comportement des émydes lépreuses diffère selon la concentration en micropolluants dans l'environnement (aval STEP > amont STEP > Baillaury). Une concentration élevée en micropolluants pourrait induire :
 - i. une dépense énergétique des émydes lépreuses plus importante, et des phases d'insolation plus longues et plus fréquentes.
 - ii. une disponibilité et une diversité alimentaire plus importantes, ainsi des émydes lépreuses plus grosses.
 - iii. une fréquence de ponte et une taille des couvées moins importantes.



- b. Est-ce que la dynamique des populations d'émydes lépreuses est affectée par la concentration en micropolluants dans l'environnement (aval STEPs > amont STEPs > Baillaury). Une concentration élevée en micropolluants pourrait induire :
- i. une réduction de la survie et de la taille de la population.
 - ii. une mélanisation des émydes lépreuses.
 - iii. un déséquilibre du sexe-ratio en faveur des femelles, et ce en raison de l'effet des polluants sur le déterminisme sexuel lors de l'incubation des œufs.

L'émyde lépreuse est une espèce discrète et cryptique, ce qui en rend les observations directes particulièrement chronophages, son étude sur terrain délicate et sa biologie, aujourd'hui encore, méconnue. Pour s'affranchir de ces fortes contraintes, nous proposons d'appliquer les dernières méthodes de suivi de la faune sauvage utilisées avec succès par l'IPHC sur l'espèce homologue, la cistude d'Europe.

2. Suivi démographique par capture/marquage/recapture (CMR)

Dans un premier temps, nous proposons d'analyser les bases de données existantes pour établir un état initial de la structure et de la dynamique démographique pour chaque population d'étude, depuis les premiers suivis jusqu'à aujourd'hui.

Dès 2021, nous proposons de contribuer, poursuivre, et si besoin de renforcer, les suivis démographiques selon la méthode standard de la capture/marquage/recapture. La CMR est à la base des modèles de dynamique de populations : elle permet de connaître le statut (classe d'âge, état reproducteur) de chaque individu capturé, d'estimer les taux de survie, d'immigration et d'émigration, et la tendance de la population au cours des saisons et des années.

Pour chaque site, le protocole de CMR sera initialement calqué sur celui déjà en place. Par la suite, on cherchera autant que faire se peut à harmoniser les calendriers de CMR entre les sites d'étude pour permettre des traitements de données communes et des analyses comparatives.

Dans tous les cas, le piégeage sera réalisé de manière standard conformément aux guides de référence actuels (Guide technique 2004) : des nasses à double entrée seront déployées en bordure des points d'eau. Elles seront systématiquement munies d'une corde d'amarrage à un point fixe à terre, d'un flotteur pour garantir aux animaux un accès permanent à la surface pour respirer, d'un appât, et d'une plaque plastifiée indiquant son numéro, « Suivi scientifique, ne pas déplacer, autorisation : ---, contact : ---, téléphone : --- ».





Nasse de piégeage (source : Jean-Yves Georges, CNRS IPHC Strasbourg)

Les nasses seront déployées lors de sessions mensuelles (d'avril à septembre/octobre) de 5 jours consécutifs. Chaque nasse sera identifiée par un numéro et sa position sera relevée par GPS lors de sa pose. Chaque nasse sera replacée au même endroit d'une session à l'autre. Les relèves quotidiennes des pièges permettent de faire un suivi précis de chaque individu.

Note 1 : L'ensemble des données seront saisies dans un fichier informatique sous forme de tableau récapitulatif : le nom du site, la date de pose des nasses, le numéro de la nasse, la position GPS de chaque nasse, les date/heure de relève de chaque nasse, la date de retrait des nasses. Une ligne pour chaque nasse pour chaque session de CMR.

3. Suivi individuel : état de santé

A chaque capture, chaque individu fera l'objet des suivis ci-dessous :

- **Identification :** à l'aide des marques individuelles sur carapace et/ou transpondeur selon la méthode utilisée ;
- **Etat de santé :**
 - o **morphométrique**, par observation directe de la dossière, du plastron et des parties molles avec photographies des anomalies externes ;
 - o **phénotypique**, par mesure du patron de couleurs du corps (teinte, clarté, saturation) par spectrophotométrie de terrain, qui sera testé comme un éventuel indicateur original de l'état de santé général ;
 - o **biométrique**, par mesure de la masse corporelle (mesurée à l'aide d'une balance plateau, $\pm 1g$) rapportée à la taille (longueur et largeur de la dossière et du plastron mesurées à l'aide d'un pied à coulisse, $\pm 1mm$) ;
 - o **trophique**, par dosage des isotopes stables du carbone¹³ et de l'azote¹⁵ sur un échantillon de griffe ;
 - o **physiologique**, par dosage des métabolites sanguins (à l'aide d'un VetScan i-Stat 1, à acquérir) à partir d'un prélèvement sanguin (0,1 ml) réalisé à l'aide d'une seringue et aiguille stérile à usage unique après asepsie de la zone de prélèvements (jugulaire ou caudal) à l'alcool modifié et à la Bétadine ;
 - o **génétique**, par séquençage de la cytochrome b après amplification de l'ADN à partir d'un prélèvement sanguin (voir ci-dessus).
- **Marquage temporaire :** les femelles seront marquées temporairement à l'aide d'une fine bande réfléchissante (40x5 mm) collée sur la carapace qui permettra de les repérer lors de prospections nocturnes des sites de ponte.
- les date/heure et lieu de la capture et du relâcher seront notés ; l'animal sera relâché sur son lieu de capture.

Note 2 : En cas de recapture d'un même animal lors d'une même session de CMR, seules les mesures phénotypiques et biométriques seront renouvelées. Cette manipulation répétée permet de suivre l'état de santé général de chaque individu.



Note 3: En période présumée de ponte, les femelles seront palpées pour révéler la présence éventuelle d'œufs calcifiés. Cette manipulation permet d'évaluer l'état d'avancement de la saison de ponte et donne ainsi une première information sur la phénologie de la reproduction.

Note 4: L'ensemble des données seront saisies sur un fichier informatique, sous forme de tableau, récapitulant pour chaque capture : le nom du site, le numéro de la nasse, la date de capture, l'heure de capture, l'identité de l'animal, les mesures effectuées (biométrie et physiologie). Une ligne pour chaque capture.

4. Suivi des comportements et des déplacements

Les récents développements en instrumentation appliquée au suivi de la faune sauvage permettent d'accéder à des informations à des échelles de temps et d'espace pertinentes pour étudier le comportement et les déplacements d'animaux évoluant librement dans leur milieu. Ces méthodes présentent l'énorme avantage d'être automatiques (les informations sont enregistrées automatiquement par l'instrument embarqué sur l'animal), précises (résolution spatiale de l'ordre du mètre, résolution temporelle pouvant être inférieure à la seconde), autonomes (les batteries durent plusieurs semaines voire plusieurs années) et impécunieuses (comparé aux coûts salariaux des prospections de terrain). Cependant, la contrainte qui impose que la charge totale embarquée ne dépasse pas 3% du poids de l'animal, limite le type et le nombre d'instruments disponibles. Les systèmes d'acquisition automatique sans transmission satellite permettent de limiter cette charge embarquée, mais ont la contrainte de devoir recapter l'animal équipé récupérer les données avant de les analyser.

a. Suivi par télémétrie GPS

Le suivi télémétrique par GPS de tortues d'eau douce est une méthode originale développée par l'IPHC. La méthode consiste à déployer un GPS miniaturisé sur la carapace d'individus adultes. Le GPS calcule et enregistre la position et l'heure de chaque événement d'émersion (la liaison GPS-satellites est interrompue sous l'eau). Le suivi par GPS permet une analyse classique des déplacements et de l'alternance des périodes émergées (insolation)/immergées. Appliquée aux femelles adultes, la méthode permet également de dater et de localiser les événements de ponte, sur le principe selon lequel de longues excursions nocturnes hors de l'eau peuvent être attribuées à un comportement de ponte.

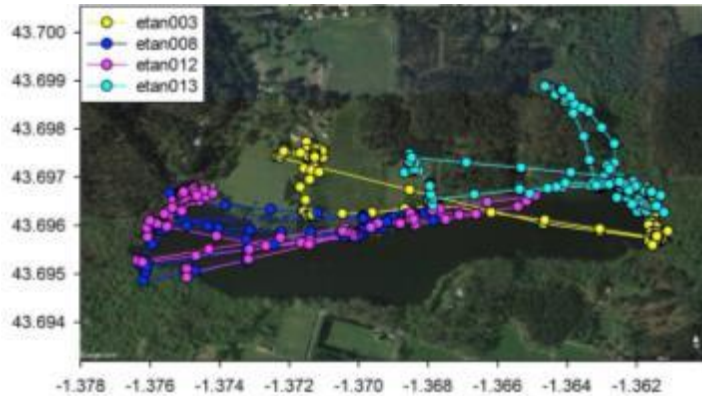
Nous utiliserons des GPS CATTRACK (http://www.mr-lee-catcam.de/ct_index_en.htm) modifiés à l'IPHC (enrénement et installation d'un interrupteur magnétique) pour assurer l'étanchéité des unités. La taille finale des GPS est de 45x25x12 mm pour 22 grammes et ont une autonomie de 3-4 semaines avec un pas d'échantillonnage d'une heure.

Les GPS seront déployés selon le protocole standard mis au point à l'IPHC :

- la carapace est nettoyée à l'emplacement de fixation du GPS à l'aide d'un papier de verre et d'acétone pour retirer les éventuels épibiontes et dégraisser la surface où sera fixée l'unité ;
- un système de support est fixé à la carapace à l'aide d'une colle bi-composant type Araldite à prise rapide (5-10 min en fonction de la température ambiante) : ce support permet de fixer un GPS, et de le remplacer à chaque recapture pour prolonger la durée de suivi de chaque individu ; pour ce faire, compter 25% de GPS de plus que de femelles équipées ;



- un émetteur VHF/UHF/Rfid sera fixé pour faciliter la localisation et donc la recapture des cistudes équipées de GPS ; les émetteurs ayant une autonomie de plusieurs mois ; ils seront directement fixés sur carapace à l'aide de la même colle ;
- une fois équipé, l'animal est maintenu isolé dans une caisse à l'abri de la lumière et de la chaleur jusqu'à durcissement de la colle ; il est surveillé sur le terrain par un observateur dédié jusqu'à son relâcher ; cette étape prend habituellement moins d'une heure ;
- l'animal équipé est pesé et photographié avant d'être relâché sur son lieu de capture ;
- les date/heure et lieu de la capture et du relâché sont notés : l'animal est relâché sur son lieu de capture.



Cistude d'Europe équipée d'un GPS CATTRACK et exemple de données collectées avec ce matériel (1 couleur pour un individu, source : Jean-Yves Georges, CNRS IPHC Strasbourg)

A chaque session de CMR, les animaux recapturés sont déséquipés de leur GPS qui sera immédiatement remplacé par un autre GPS. Le système de support permet d'effectuer ce remplacement en quelques secondes. Lors de la dernière session de CMR de l'année, le système de support est retiré à la main en exerçant un léger effet de levier sous la résine jusqu'à ce qu'elle se décroche de la carapace. L'expérience montre qu'après quelques mois de déploiement, la résine se décroche de la carapace sans difficulté ni dommage.

Au retour de chaque journée de terrain, chaque GPS récupéré sera téléchargé à l'aide du logiciel fourni, les données seront sauvegardées sur un fichier informatique selon la dénomination standard indiquée en Note 6.

Note 5 : L'ensemble des données seront saisies sur un fichier informatique, sous forme de tableau, récapitulant pour chaque pose/dépose de GPS : le nom du site, le numéro du GPS, l'identité de l'animal équipé, la date de pose, l'heure de pose, la date de dépose, l'heure de dépose. Une ligne pour chaque GPS nouvellement posé.

Note 6 : Le nom de fichier de sauvegarde des données GPS sera le suivant : « emys_site_aaaammjj_gpsbbb.csv », où « _ » sépare les champs d'information suivants :

- site est le nom du site : 4 lettres, en minuscule ; exemple :
 - o bail pour le site Baillaury
 - o fos1 pour le site Fosseille AMONT
 - o fos2 pour le site Fosseille AVAL

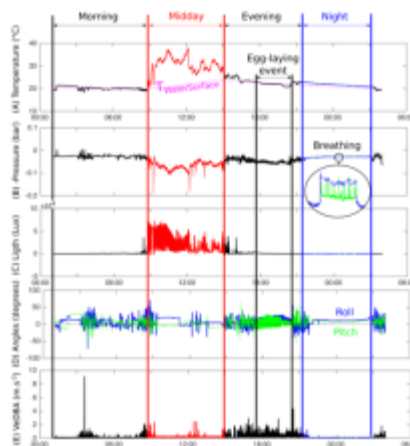


- ago1 pour le site Agouille de la Mar AMONT
- ago2 pour le site Agouille de la Mar AVAL
- aaaammjj est la date de récupération du GPS, sous le format année/mois/jour : 8 chiffres; exemple : 20170309 pour le 9 mars 2017.
- bbb est l'identité de l'animal (et non du GPS) : 3 chiffres suivis d'une lettre allant de a, b, c... respectivement pour le 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} équipement du même individu.

b. Suivi du comportement individuel par accélérométrie embarquée

L'IPHC a développé des WACU-accéléromètres dont les dimensions et les performances jusqu'ici inégalées permettent de mesurer pendant 12 mois continus la température, la pression et l'éclairement ambiants toutes les secondes et l'accélération propre à l'animal à la fréquence de 10 Hz (10 mesures par seconde). Les WACU permettent ainsi de distinguer les milieux fréquentés (émergé/immergé), les comportements généraux (immobile/mobile, marche, nage) et spécifiques (insolation, apnée, respiration, creusement de nid) ainsi qu'un indice de dépense énergétique associé à chacun d'entre eux (Marchand et al. soumis).

Nous utiliserons les WACU (<http://www.iphc.cnrs.fr/-mibe-.html>) développés à l'IPHC, dont la taille est de 21x13x4mm et 7 grammes pour une autonomie affichée de 12 mois avec un pas d'échantillonnage d'une seconde.



Cistude d'Europe équipée d'un accéléromètre WACU et exemple de données obtenues sur 24h illustrant différentes activités au cours du temps (source : Jean-Yves Georges, IPHC CNRS Strasbourg ; Marchand et al. soumis)

La fixation des WACU nécessite de déplacer les animaux temporairement vers le laboratoire le plus proche, entre une à deux journées au maximum. Le déploiement et la récupération d'un WACU sont par contre similaires à la description précédente pour les GPS, à l'exception que le WACU est directement fixé sur la carapace. Cela garantit le maintien de l'instrument sur l'animal pour toute la durée de l'autonomie de 12 mois. Après cette période, le retrait de l'instrument est aisé du fait de l'état relativement friable que le temps a donné à la colle.



L'utilisation combinée GPS+WACU permet de spatialiser les comportements enregistrés et sera privilégiée sur les plus gros individus.

c. Prospection des sites de ponte

Les sites favorables à la ponte identifiés à proximité des zones de capture seront prospectés quotidiennement (de 18h à 22h, entre mai et juin) pour tenter de repérer les femelles ayant été marquées temporairement d'une bande réfléchissante. La prospection se fera par un arpentage lent, avec des balayages brefs du sol à l'aide d'une lampe. Les femelles ainsi repérées seront observées à distance pour ne pas perturber leur comportement, et si une ponte est observée, celle-ci sera géolocalisée à l'aide d'un GPS portable. Si la femelle repérée est équipée d'un accéléromètre, son comportement sera noté et horodaté.

Une première analyse des données GPS récupérés en juillet permettra de compléter ces observations de terrain et d'identifier, pour chaque site, la ou les zone(s) de ponte. Ces zones de ponte seront prospectées le plus rapidement possible dans la saison pour les caractériser : type d'habitat, substrat, topographie, flore, etc.

5. Effectifs prévisionnels

	Baillaury	Fosseille AMONT	Fosseille AVAL	Agouille de la Mar AMONT	Agouille de la Mar AVAL
2021	25 GPS+10 WACU	25 GPS+10 WACU	25 GPS+10 WACU	5 WACU	5 WACU
2022	25 GPS	25 GPS	25 GPS		
2023	25 GPS	25 GPS	25 GPS		



Annexe : Description des WACU (source <http://www.iphc.cnrs.fr/-mibe-.html>)

Bio-logger WACU : Accelerometer logger

Cet enregistreur de données combine les mesures de Pression (P), Température (T) et Luminosité (L) avec un accéléromètre 3D. Sa consommation d'énergie extrêmement faible lui confère une durée de vie époustouflante au regard de sa petite taille et de sa légèreté. Sa mémoire de 4 Go permet aux utilisateurs d'y enregistrer une importante quantité de données. Le boîtier est personnalisable selon l'utilisation souhaitée (boîtier biocompatible pour l'implantation ou résistant à la pression pour des plongées en mer en profondeur). La taille et la nature des batteries peuvent être adaptées aux applications et à leurs conditions de température.

Spécifications générales

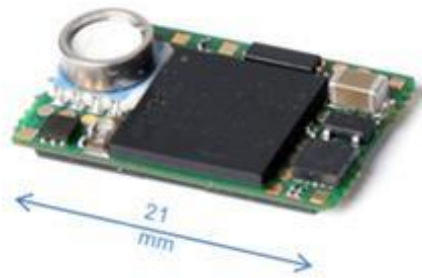
Échantillonnage des capteurs PTL : 1 s à 24 h

Échantillonnage de l'accélérométrie : de 1 Hz à 50Hz^[SEP]

Taille Mémoire : 4 Go^[SEP]

Départ différé calendaire^[SEP]

Température d'utilisation : - 40°C to + 70°C



	Température	Pression	Luminosité	Accélération 3D
Gamme de mesures	- 35 to + 65 °C	0-30 bars	0.045-188000 lux	± 2 G
Précision	±2 °C	± 500 mbar	-	16mG to 1mG
Résolution	0.01 °C	±3 mbar	-	-
Fréquence d'échantillonnage	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 à 50 Hz

Dimensions

Taille de l'électronique : 21 x 13 x 4 mm

Poids de l'électronique : 1.7 g

Autonomie 2 ans pour PTL à 1 Hz, ACC à 10 Hz et batterie 5g.