Université de La Rochelle

Pôle Sciences, Avenue Michel Crépeau, 17000 LA ROCHELLE

Mémoire de fin d'étude
pour l'obtention de la
Licence Professionnelle « Aquaculture et Relations avec l'Environnement Littoral »



Suivi démographique à long terme d'une espèce emblématique des zones humides : la Cistude d'Europe *Emys orbicularis*

Présenté par
Aésane Meric

Sous la responsabilité d'Anthony Olivier (Garde-technicien)

Etude réalisée à la Tour du Valat – Département Espèces
Le Sambuc – 13200 ARLES
04 90 97 20 13
secretariat@tourduvalat.org

2019

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Anthony Olivier, mon maître de stage, pour m'avoir permis de faire ce stage incroyable et m'avoir fait partager sa passion pour son métier. Je le remercie pour m'avoir fait découvrir une très grande partie de la biodiversité camarguaise, pour ces nombreuses sorties de terrain, sa gentillesse, sa bonne humeur, sa patience et son écoute.

Merci à l'ensemble de la Tour du Valat pour cet accueil, cette convivialité omniprésente et merci de m'avoir permis de réaliser mon stage dans le plus beau des cadres.

Je remercie également Olivier Lourdais pour ses conseils, son aide sur le terrain et dans la mise en place d'une partie du protocole.

Un grand merci à Louisiane Burkart pour son travail sur la partie écotoxicologique du programme cistude, son aide sur le terrain, son aide pour les résultats de ce rapport et pour sa compagnie tout au long de ce stage. Merci aussi à Carole Leray, pour son aide précieuse dans ce projet, pour les prises de sang, les tests de retournement et tout le reste.

Merci à Arnaud Béchet pour ses conseils sur la partie statistiques.

Un très grand merci à l'ensemble des stagiaires, services civiques, SVE, collègues, amis…d'être venu m'aider sur le terrain. Sans eux je n'aurai jamais pu capturer ces 238 cistudes. Je remercie donc particulièrement Mathilde, Paul Cabrol, Ben, Pelayo, Morgane, Nathan, Benoit, Flo, Kérim, Mathilde Belge, Maël, César, Gabriel, Aurélie, David, Xabi, Maude, Jeffey et Mélanie.

Merci également à toutes les personnes qui se sont impliquées dans ce programme en me ramenant des cistudes trouvées sur leur chemin durant presque 5 mois de stage.

Je remercie Pascal, pour sa gentillesse, sa bon humeur permanente, sa musique et sa compagnie dans le labo tout le long de la période de captures.

Merci à Roger pour l'entretien du précieux pick-up.

Enfin, un immense merci à l'ensemble des cistudes de la Tour du Valat, d'avoir été présentes quasiment tous les jours avec moi durant ce stage, merci.

Table des figures **3**
Table des tableaux **3**
I. Introduction **4**
1. La Tour du Valat 4
2. Ma place dans la structure 5
3. Contexte de l'étude 6
II. Matériel et méthode **8**
1. Présentation du modèle biologique étudié : La cistude d'Europe *Emys orbicularis* 8
2. Caractérisation morphologique 8
3. Régime alimentaire et prédation 9
4. Reproduction et cycle de vie 10
5. Aire de répartition 11
6. Son habitat et son utilisation 12
7. Zone d'étude 12
8. Matériel de capture et méthode de piégeage 14
9. Marquage 15
10. Mesures biométriques 16
11. Relâchés des tortues et recaptures 18
12. Analyse statistique et traitements des données 18
III. Résultats **19**
1. Effort de piégeage 20
2. Sex-ratio 22
2.1. Résultats en fonction des sites de capture en 2019 22
2.2. Variations sur le long terme 22
3. Age-ratio 24
3.1. Résultats en fonction des sites de capture en 2019 24
3.2. Variations sur le long terme 25
4. Dispersion 26
5. Comparaison de l'efficacité de piégeage en fonction des pièges utilisés 27
5.1. Efficacité globale des deux types de pièges 27
5.2. Efficacité des deux types de pièges en fonction des sites de capture 28
IV. Discussion **30**
1. Effort de piégeage 30

2. Effectif total capturé 30
3. Sex-ratio 31
4. Age-ratio 32
5. Dispersion 32
6. Efficacité des types de pièges 33
Conclusion 35
Bibliographie 37

Table des figures

Figure 1 : Domaine de la Tour du Valat 4
Figure 2 : Cistude d'Europe 8
Figure 3 : Caractéristiques morphologiques de la femelle 9
Figure 4 : Caractéristiques morphologiques du mâle 9
Figure 5 : Nid de cistude prédaté 9
Figure 6 : Cistude juvénile 10
Figure 7 : Aire de répartition mondiale de la cistude d'Europe 11
Figure 8 : Carte de la répartition de la cistude en France 11
Figure 9 : Localisation des différentes stations de piégeage des cistudes dans le domaine de la Tour du Valat 13
Figure 10 : Verveux simples 14
Figure 11 : Verveux doubles 14
Figure 13 : Marquage d'une cistude avec la scie à métaux 15
Figure 12 : Code de marquage de l'individu 651 15
Figure 14 : Fiche de données biométriques 16
Figure 15 : Stades d'usure 1, 2, 3 et 4 17
Figure 16 : Photos permettant de mesurer la coloration des cistudes 18
Figure 17 : Variation du nombre d'individus capturés depuis 1997 19
Figure 18 : Diagramme de l'effort de piégeage en fonction des années 20
Figure 19 : Evolution annuelle de l'effort de piégeage sur les deux principaux sites d'étude 21
Figure 20 : Evolution annuelle du nombre de captures et d'individus capturés 21
Figure 21 : Variation du sex-ratio sur le site de l'Esquineau depuis 1997 22
Figure 22 : Variation du sex-ratio sur le site des Faïsses depuis 1997 23
Figure 23 : Variation du sex-ratio en fonction des années et des sites 23
Figure 24 : Nombre d'adultes de juvéniles en fonction de l'Esquineau et des Faïsses en 2019 24
Figure 25 : Variation de l'âge-ratio (en %) sur les deux principaux sites d'étude depuis 1997 25
Figure 26 : Cartographie des différentes localisations de l'individu 171 depuis sa première capture . 26
Figure 27 : Cartographie des trajets potentiels de dispersion des individus 933 et 1032 depuis leur première capture jusqu'à 2019 27
Figure 28 : Comparaison de l'efficacité des deux types de pièges en 2019 sur les deux principaux sites d'étude 28
Figure 29 : Efficacité des deux types de verveux en fonction des deux principaux sites d'études en 2019 29

Table des tableaux

Tableau 1 : Résultats généraux de l'ensemble des individus capturés et marqués pour la session 2019 19
Tableau 2 : Valeur du sex-ratio sur les deux principaux sites d'étude 22
Tableau 3 Résultats (en %) de l'âge-ratio sur les deux principaux sites d'étude 24
Tableau 4 Efficacité des deux types pièges en 2019 27
Tableau 5 Efficacité des pièges en fonction des sites en 2019 28

I. Introduction

1. La Tour du Valat

Située au cœur de la Camargue, la Tour du Valat *(Figure 1)* est un institut de recherche privé dédié à la conservation des zones humides méditerranéennes. Elle doit son nom à une ancienne tour de guet qui était autrefois située sur la berge du Rhône afin de lutter contre l'intrusion des pirates venus de la mer méditérrannée. Cet institut a été créé en 1954 par Luc Hoffmann, Docteur en biologie, naturaliste et passionné d'ornithologie.

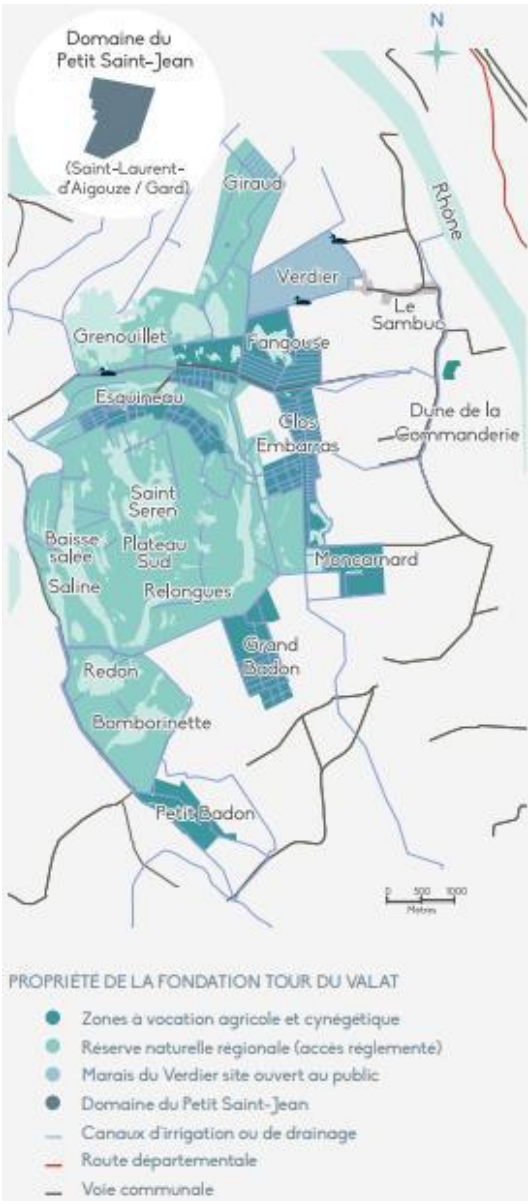


***Figure 1** : Domaine de la Tour du Valat*

Historiquement consacrée uniquement à l'étude des populations d'oiseaux et à leur migration, la Tour du Valat agit désormais dans de nombreux domaines d'action en termes de recherche, conservation et de gestion des zones humides. En effet, la préservation de ces milieux ne peut se faire sans une gestion durable des sites tout en prenant en compte les activités anthropiques (agriculture principalement). C'est grâce à son statut de fondation à but non lucratif et d'utilité publique obtenue en 1978 que la Tour du Valat peut mener à bien ses missions à l'aide de divers fonds, provenant d'acteurs privés ou publics, qui sont essentiels à son fonctionnement.

Le domaine de la Tour du Valat recouvre aujourd'hui près de 2700 hectares dont 1845 ont été classés en Réserve naturelle régionale en 2008. L'ensemble du domaine de la Tour du Valat est intégré dans le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Il regroupe de nombreux habitats naturels camarguais typiques tels que les montilles, les marais temporaires et les grandes étendues de sansouïres. Ces milieux bien spécifiques abritent une biodiversité remarquable ; près de 600 espèces de plantes, plus de 300 espèces d'oiseaux et 1600 d'invertébrés ont été recensées.

Au sein de cet institut, des programmes de recherche sont menés par une équipe de scientifiques à l'échelle du bassin méditerranéen, afin de mieux comprendre le fonctionnement des zones humides pour en évaluer les menaces et les enjeux. Ces études servent à renforcer les connaissances concernant le fonctionnement des écosystèmes et contribuent ainsi à leur conservation. Elles permettent également d'informer et sensibiliser les acteurs locaux comme le grand public. Au sein du domaine de la Tour du Valat, chaque

habitat est géré spécifiquement en fonction des enjeux présents. Un plan de gestion révisé tous les cinq ans fixe les modalités de gestion et les indicateurs de suivi. Il est donc très important de concilier au mieux le maintien et la préservation de la biodiversité avec les autres activités pratiquées telle que l'agriculture.

Ce centre d'étude emploie environ quatre-vingts salariés répartis, pour une majorité d'entre eux en trois départements de recherche :

- Le département **Modélisation, gestion et restauration des écosystèmes** qui a pour principal objectif d'étudier et de préserver les services et les fonctions écosystémiques et donc de conserver la biodiversité. Il permet la restauration et la gestion des milieux grâce à diverses méthodes d'analyse.
- Le département **Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes**, qui a pour principal objectif l'apport de nouvelles connaissances à l'égard des écosystèmes des zones humides. Son travail se fait dans le but de sensibiliser à la fois le grand public mais également les décideurs politiques en améliorant la conservation de ces milieux.
- Et le département **Conservation des espèces** qui permet de mettre en relation les activités humaines avec la préservation des espèces afin de mettre en place des mesures de gestion propres à chaque espèce concernée. Ce département met en œuvre d'importants programmes scientifiques, comme par exemple le programme de suivi de la cistude d'Europe *Emys orbicularis.* Ces études permettent d'évaluer les tendances d'évolution des populations des espèces les plus sensibles afin de trouver les stratégies les plus efficaces pour les protéger au mieux.

La Tour du Valat est donc un organisme conciliant activités humaines et conservation de la biodiversité et des milieux naturels. En effet, elle prend en compte dans la gestion de ses espaces naturels, le maintien des activités traditionnelles notamment avec la présence de pâturage extensif, la pratiques d'activités cynégétiques et le déroulement de ferrades camarguaises au sein même du domaine.

Enfin, la Tour du Valat accueille aussi d'autres structures partenaires au service de la nature dans ses locaux. C'est le cas de l'association des Amis de la Tour du Valat, Caribaea Initiative, l'association Takh, le secrétariat MedWet et enfin l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS).

2. Ma place dans la structure

Au cours de mon stage, j'ai réalisé la 23ème campagne de Capture-Marquage-Recapture du suivi de la cistude d'Europe *Emys orbicularis* selon le protocole d'échantillonnage établi en 1997. Ce suivi à long terme se déroule au sein du département de Conservation des espèces. En effet, la connaissance scientifique est un pilier majeur permettant de répondre aux objectifs de conservation au sein de ce département.

L'objectif de mon travail était donc de mettre en œuvre ce suivi afin d'obtenir des résultats pour l'année 2019 et donc de pouvoir mettre à jour les tendances démographiques de la population de cistude au sein de la Tour du Valat. Un important travail de terrain m'a donc été confié, à savoir la capture des cistudes ainsi que la collecte des données biométriques et la participation à une étude écotoxicologique. Après, une longue période (3 mois de terrain)

consacrée au terrain et à la récolte de données, j'ai ensuite pu exploiter les résultats obtenus dans le cadre de ce suivi démographique.

3. Contexte de l'étude

Selon le code de l'environnement, les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Longtemps considérées comme hostiles, incultivables et insalubres, les zones humides bénéficient d'une meilleure image aujourd'hui. Ces zones sont en effet indispensables au maintien de la biodiversité et fournissent des services précieux à l'Homme. En effet, elles figurent parmi les écosystèmes les plus riches et les plus diversifiés de notre planète *(Eau France, 2015)*. De nombreuses espèces dépendent de ces zones humides notamment beaucoup d'oiseaux, poissons, amphibiens, reptiles mais aussi d'espèces végétales.

Cependant, depuis le début du XXème siècle, ces milieux figurent parmi les plus dégradés et les plus menacés. Ainsi, 67% de leur surface mondiale a disparue depuis le début du XXème siècle *(Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature, 2009).* Cela s'explique en particulier par l'intensification des pratiques agricoles, l'urbanisation et les aménagements hydrauliques (comme le drainage). Néanmoins, en 1971, une Convention internationale dédiée aux zones humides est signée dans la ville de Ramsar en Iran. Ainsi, depuis, 1986, la France s'est engagée à préserver les zones humides. Aujourd'hui, près de 50 sites Ramsar d'importance internationale bénéficie de ce label sur le sol français *(Eau France, 2015).* La Camargue en fait partie.

Situé dans le delta du Rhône, la Camargue est une importante zone humide de 150 000 hectares *(Valo, 2010)* qui peut être considérée comme réservoir de biodiversité. Il s'agit d'un des plus importants carrefours de trajets migratoires en Europe pour de nombreuses espèces d'oiseaux.

On dénombre aussi 19 espèces de reptiles dans le delta du Rhône *(Cheylan et Olivier, 2013)*. Dans le contexte actuel de perte accélérée de la biodiversité, il semble essentiel de comprendre la dynamique des populations de reptiles afin d'évaluer leur rôle et leur influence dans nos écosystèmes. Souvent, leur mode de vie en fait un bon indicateur qui permet ensuite de caractériser les changements globaux en cours *(Gibbons et al., 2000).* Ainsi, à l'échelle européenne, 20% des reptiles sont considérés comme menacés *(Cox et al. 2009)*. En Camargue, parmi ces 19 espèces des reptiles on trouve 6 chéloniens, 7 sauriens et 6 ophidiens *(Cheylan et Olivier, 2013)*. Parmi les chéloniens figure la cistude d'Europe *Emys orbicularis*. Cette petite tortue aquatique bénéficie depuis 1976 du statut d'espèce protégée et d'un Plan National d'Actions (PNA) depuis 2010. Il a été mis en place face à la diminution du nombre d'individus dans certaines populations et des menaces impactant ces dernières. Malgré le fait que cette espèce et son habitat soient protégés depuis de nombreuses années, elle reste toujours en mauvais état de conservation. C'est pourquoi il a semblé essentiel de mettre en place un PNA dans le but d'obtenir une protection plus efficace *(Thienpont, 2011)*.

En effet, la cistude est l'un des reptiles les plus menacés du continent européen *(Lenk et al., 1999)*. Ses principales menaces sont dues à la perte et la dégradation des ses habitats - qu'ils

soient aquatiques ou terrestres - notamment par la fragmentation des milieux naturels *(Mazanaeva et Orlova, 2004).* Les pratiques agricoles et aquacoles à proximité des habitats utilisés par la cistude, provoquent, dans certains cas, d'importantes pollutions des cours d'eau dû à l'emploi de produit phytosanitaires. Ces pollutions impactent fortement l'espèce qui se situe en fin de chaine alimentaire, ce qui signifie qu'elle est exposée à ingérer de nombreux polluants *(McIntyre et Beauchamp, 2007).* Ceci contribue donc directement à son déclin *(Ficelota et al., 2004*).
La cistude d'Europe est présente en France et fait l'objet de nombreux suivis effectués par différents organismes.
A la Tour du Valat, les cistudes sont marquées depuis 1976 et un suivi scientifique à long terme par Capture-Marquage-Recapture (CMR) a débuté en 1997 sur cette *espèce (Olivier et al. 2010, Ficheux et al. 2014)*. Celui-ci permet d'estimer les dynamiques des populations sur une longue période. Il permet également de comprendre les principaux facteurs qui les affectent, dans le but de mettre en place des modalités de gestion du milieu qui tiennent compte de la présence de cette espèce (Dodd 2016). Concrètement, la CMR est une méthode basée sur le marquage individuel des animaux. Elle permet d'estimer la taille de population mais aussi d'estimer le taux de survie ou de mesurer la dispersion.

Le suivi démographique à long terme dont fait l'objet ce rapport permet d'obtenir des données sur le niveau de capture et l'effort de piégeage effectué en fonction des différents sites d'étude. Également, la question est de connaitre les tendances d'évolution démographiques depuis 1997, mais aussi de voir quelles évolutions connaissent certains paramètres biologiques à savoir ; le sex-ratio, l'âge-ratio ainsi que la dispersion des tortues au fil du temps. Enfin, une question se posera aussi sur l'efficacité des différents types de pièges utilisés.
Ce rapport présente dans un premier temps le modèle biologique étudié ainsi que le protocole de capture propre à celui-ci. Ensuite, une partie de traitements de données répondra à l'ensemble des questionnements énoncés précédemment. Pour finir, la discussion de ce rapport apportera des références bibliographiques permettant de comprendre les résultats de l'étude.

II. Matériel et méthode

Depuis 1997 est réalisé un protocole CMR appliqué à la population de cistudes d'Europe de la Tour du Valat dans un but de suivi à long terme de cette espèce longévive. Celui-ci est basé sur le principe d'un suivi individuel d'une partie de cette population. L'objectif premier est de recueillir les caractéristiques démographiques de celle-ci grâce à un marquage des individus capturés et une méthode de capture standardisée. Ce suivi se réalise cinq jours sur sept (du lundi au vendredi), du mois de mai jusqu'au mois d'août sur deux noyaux de population de cette espèce dans la Réserve Naturelle Régionale (RNR) de la Tour du Valat.

1. Présentation du modèle biologique étudié : La cistude d'Europe *Emys orbicularis*[1]

Taxonomie :

Règne : Animalia
Embranchement : Chordata
Classe : Reptilia
Ordre : Testudines
Famille : Emydidae
Genre : Emys
Espèce : *Emys orbicularis*



Figure 2 : *Cistude d'Europe, ©Aésane Meric, 2019*

Statuts de conservation UICN :
Monde (1996) : **NT** quasi menacé
Europe (2004) : **NT** quasi menacé
France (2015) : **LC** préoccupation mineure
PACA (2016) : **NT** quasi menacé

Statuts de protection :

- **Directive européenne Habitats-Faune-Flore** (Article II et IV)
- **Convention de Berne** relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Annexe II)
- **Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français** et les modalités de leur protection (Article 2)

2. Caractérisation morphologique

La cistude d'Europe *(Figure 2),* est une petite tortue aquatique mesurant en Camargue jusqu'à 20 centimètres de long pour les femelles et 16 centimètres pour les mâles *(Olivier, 2002)*. Le dimorphisme sexuel se constate donc principalement au niveau de la taille et du poids des individus. D'autres critères permettent d'identifier le sexe des individus ; chez le mâle, le plastron est concave, alors qu'il est plat chez la femelle. Aussi, la femelle possède un iris de couleur jaune tandis que la couleur de celui du mâle est, dans cette population, principalement orange à l'âge adulte. Enfin, la queue de la femelle est longue et effilée alors qu'elle est courte et épaisse chez le mâle *(Figures 3 et 4)*.

[1] Source : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/77381 (INPN n.d.)



Figure 3 : *Caractéristiques morphologiques de la femelle, ©Aésane Meric, 2019*



Figure 4 : *Caractéristiques morphologiques du mâle, ©Aésane Meric, 2019*

La tête, les pattes et la queue sont de couleur noire ponctuées de tâches jaunes, d'où l'origine du nom latin de l'espèce, et la dossière est d'une couleur généralement plutôt sombre. Les pattes palmées et les longues griffes témoignent d'un mode de vie à la fois aquatique mais aussi terrestre.

La cistude est un animal ectotherme, c'est-à-dire qu'elle va devoir accumuler de la chaleur afin de maintenir son corps à une bonne température afin de pouvoir se mouvoir, s'alimenter, se reproduire… Pour cela, la tortue, va s'exposer sur certaines places d'ensoleillements (troncs d'arbres, berges…) pour emmagasiner de la chaleur. Son cycle quotidien et même annuel va donc dépendre de la variation de conditions climatiques avec des contrastes en fonction des régions *(Puig, 2011).*

C'est un animal qui hiverne en général de novembre à fin février dans les parties des zones humides riches en végétation. Comme la plupart des chéloniens, il s'agit d'un animal possédant une importante espérance de vie pouvant atteindre 70 ans voire parfois plus *(Fretey, 1975).*

3. Régime alimentaire et prédation

La cistude est une espèce opportuniste principalement carnivore. Elle est aussi en partie charognard. En effet, elle se nourrit en grande partie d'animaux morts tels que les poissons, les invertébrés aquatiques, les insectes etc. Mais elle consomme également des animaux vivants comme les mollusques, crustacés ou autres *(Barthe, 2012)*. En Camargue, l'écrevisse de Louisiane est l'une des espèces les plus consommées par la cistude *(Ottonello et al., 2005).*

Bien que sa pêche soit aujourd'hui interdite, les juvéniles de cette espèce possèdent de nombreux prédateurs dans leur environnement naturel, tels que certains oiseaux par exemple (corvidés, hérons…). Néanmoins, les plus gros dégâts en termes de prédation se font sur les nids des cistudes par les renards, fouines, sangliers, blaireau… *(Figure 5)*.



Figure 5 : *Nid de cistude prédaté, ©Aésane Meric, 2019*

4. Reproduction et cycle de vie

Du fait de leur espérance de vie relativement longue, la maturité sexuelle chez les cistudes arrive tardivement : entre 5 et 6 ans pour les mâles et entre 6 et 10 ans pour les femelles pour cette population camarguaise *(Olivier, 2002).* L'accouplement qui débute au mois d'avril est généralement assez brutal. Le mâle poursuit la femelle pendant de longues heures et l'oblige à rester immergée en lui mordant le cou.

A partir de mi-mai et jusqu'à fin juillet, c'est la saison des pontes *(Bozhanski et Orlova, 1998)*. Elle s'effectue généralement dans un milieu ensoleillé et non inondable (prairies sèches, landes…) car les œufs ont besoin de chaleur pour leur bon développement (Mitrus 2000). Ils sont déposés dans un nid creusé par la mère puis refermé à l'aide de boue pour être camouflé (Biot 2017) . Dans bon nombre de populations, la femelle réalise une ponte par an mais cela peut varier. Dans certaines populations méridionales, si les conditions climatiques le permettent, elle pourra effectuer jusqu'à trois pontes séparées d'une vingtaine de jours (*Olivier, 2002).*

L'incubation dure entre 80 et 90 jours *(Rovero et Chelazzi, 2010).* La taille des pontes est généralement comprise entre 6 et 13 œufs en fonction de la taille de la femelles *(Olivier, 2002).*



Figure 6 : *Cistude juvénile, ©Aésane Meric, 2019*

A la fin de la saison estivale ou au printemps suivant, les jeunes tortues *(Figure 6)* sortent de leurs nids et rejoignent les plans d'eau aux alentours. C'est la température du nid qui va influencer le rapport des sexes à l'éclosion. Si elle est supérieure à 29°C, les juvéniles sortant des œufs seront principalement des femelles car durant la phase embryonnaire, une enzyme va être activée à partir de cette température, produisant de l'œstrogène et donnant donc naissance à des femelles. Néanmoins, si la température n'excède pas les 28°C, seul des mâles verront le jours. Enfin, si la température est de 28,5°C, il y aura sans doute autant de mâles que de femelles à la sortie des œufs *(Thienpont, 2011).* Comme pour l'ensemble des chéloniens, aucun soin parental n'est effectué *(Olivier, 2002).*

La prédation est très élevée durant ce stade de vie de juvénile. La dynamique des populations est finalement basée sur le taux de survie important des tortues à l'âge adulte. En effet, le taux de survie augmente avec l'âge, alors que chez les nouveau-nés, il peut descendre jusqu'à seulement 20%. (*Arsovski et al. 2018*).

5. Aire de répartition

L'aire de répartition de la cistude d'Europe reste relativement vaste. Elle s'étend du Nord du Maghreb au Sud jusqu'au Portugal à l'Ouest, la mer d'Aral à l'Est et la Lituanie au Nord *(Figure 7)*.

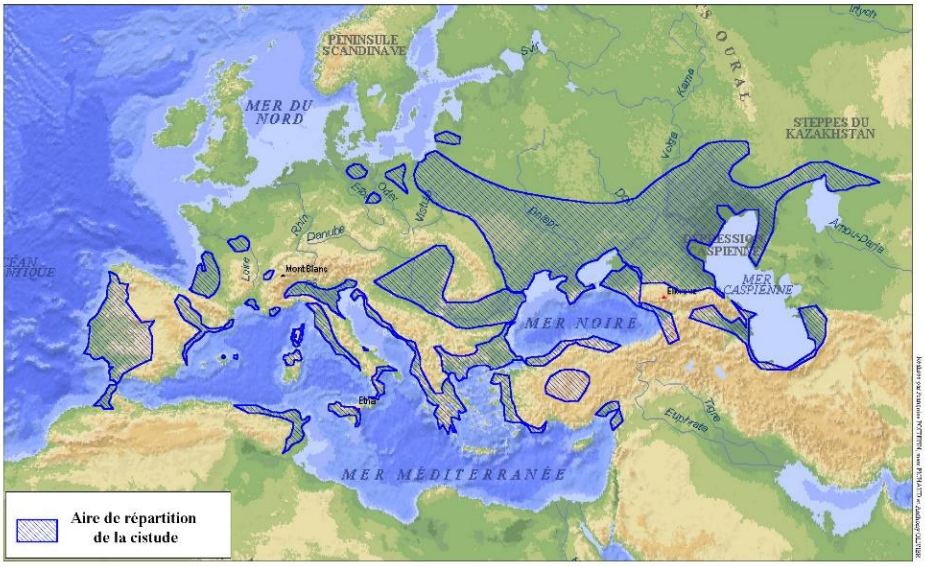


***Figure 7** : Aire de répartition mondiale de la cistude d'Europe, Olivier, 2002*

En Europe, elle a totalement disparu de la Suisse, du Danemark, de la Belgique et des Pays Bas *(Barthe, 2012).*

Elle occupe une grande partie du territoire français comme le montre la figure ci-dessous *(Figure 8)*. 11 régions et 26 départements de France étaient occupés par des populations de cistude en 2013 *(Fleuriau et Bosc, 2013)*.

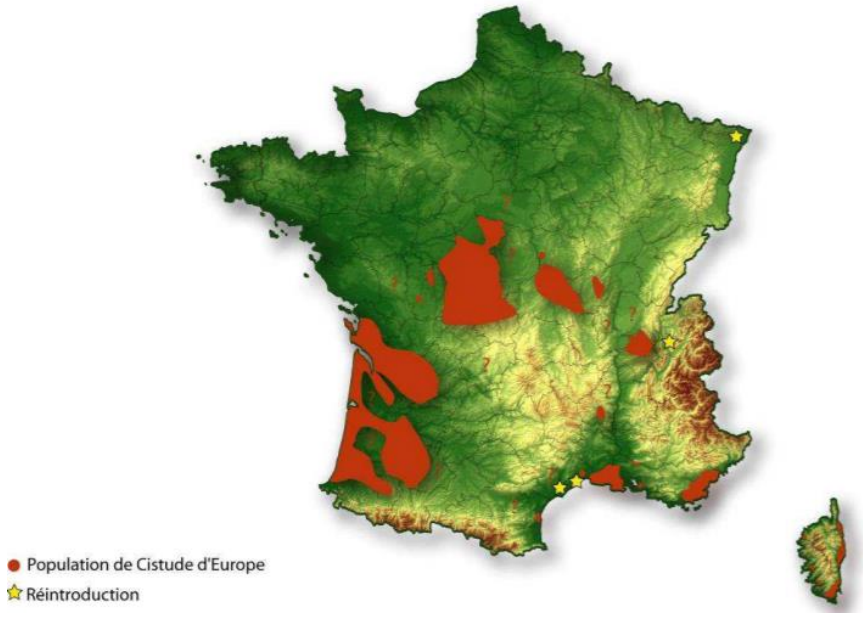


***Figure 8** : Carte de la répartition de la cistude en France, PNA Cistude d'Europe, 2009*

Bien qu'elle soit présente dans une aire de répartition relativement large, l'espèce reste de plus en plus menacée notamment en raison de la fragmentation de son habitat. Cela engendre de fortes régressions dans certaines populations *(Bierry, 2017).* Cependant, cet aspect dépend évidemment des différentes zones concernées, les résultats restent donc variables et inégaux en fonction des territoires. La Camargue est aujourd'hui un territoire qui abrite une importante population de cistudes *(Olivier, 2002)*.

6. Son habitat et son utilisation

La cistude possède la plus vaste aire de répartition géographique de toutes les tortues d'eau douce en Europe *(Ficetola et al. 2004).* C'est une espèce inféodée aux milieux humides. En effet, on la retrouve principalement dans les étangs, marais, tourbières, milieux alluviaux, canaux etc (*Drobenkov 2014*). Elle est observée dans les plaines de moins de 600 m d'altitude et possède un habitat complexe.

C'est un animal ectotherme (qui régule sa température en fonction des rayonnements du soleil en partie) donc qui se thermorégule. On retrouve donc dans son habitat des éléments qui restent essentiels à son bien-être, à savoir des troncs d'arbres ou des souches qui lui permettent de s'exposer au soleil facilement *(Barthe, 2012).* Les milieux sont aussi relativement vaseux et avec une végétation dense (roselière par exemple) notamment pour la phase d'hibernation.

La ponte s'effectuant sur des milieux terrestres plutôt secs, on retrouve aussi des zones telles que des pelouses sèches à substrats fins dans les milieux de vie des tortues qui ne doivent donc pas être exposés aux inondations.

Aussi, des déplacements terrestres sont parfois observés lors desquels les risques de mortalités sont élevés (écrasement routiers, prédation…). C'est pourquoi, des points d'eaux « relais » seront nécessaire pour rejoindre un site éloigné *(Olivier, 2002).*

7. Zone d'étude

La Tour du Valat dispose de près de 2 700 hectares. Etant donnée cette superficie, en 1997, des prospections ont été effectuées afin de localiser les zones favorables aux cistudes et là où l'on retrouve les noyaux des populations. Ainsi, trois sites caractéristiques des milieux habituellement fréquentés par les cistudes ont été sélectionnés afin de réaliser le programme de suivi de CMR *(Olivier, 2002) :*

- Le site de l'**Esquineau**, qui couvre une superficie de 125 hectares, est composé de différents types de milieux répartis sous forme de mosaïques : 12 hectares de marais semis-permanents, une pelouse sèche d'une superficie de 27 hectares très favorable pour la ponte, et plus de 8 canaux d'irrigation.
- Le site des **Faïsses**, qui lui couvre environ 100 hectares, est constitué de 3 km de roubines de drainage, d'une pelouse de près de 30 hectares favorable à la ponte et de 4 hectares de marais semi permanents pouvant s'assécher l'été.
- Le site du **Rendez-vous** est situé à l'interface entre les deux précédents sites. L'intérêt de réaliser des opérations de capture au cœur de ce site est d'étudier la connectivité entre les deux principaux noyaux de population présents sur la Tour du Valat.

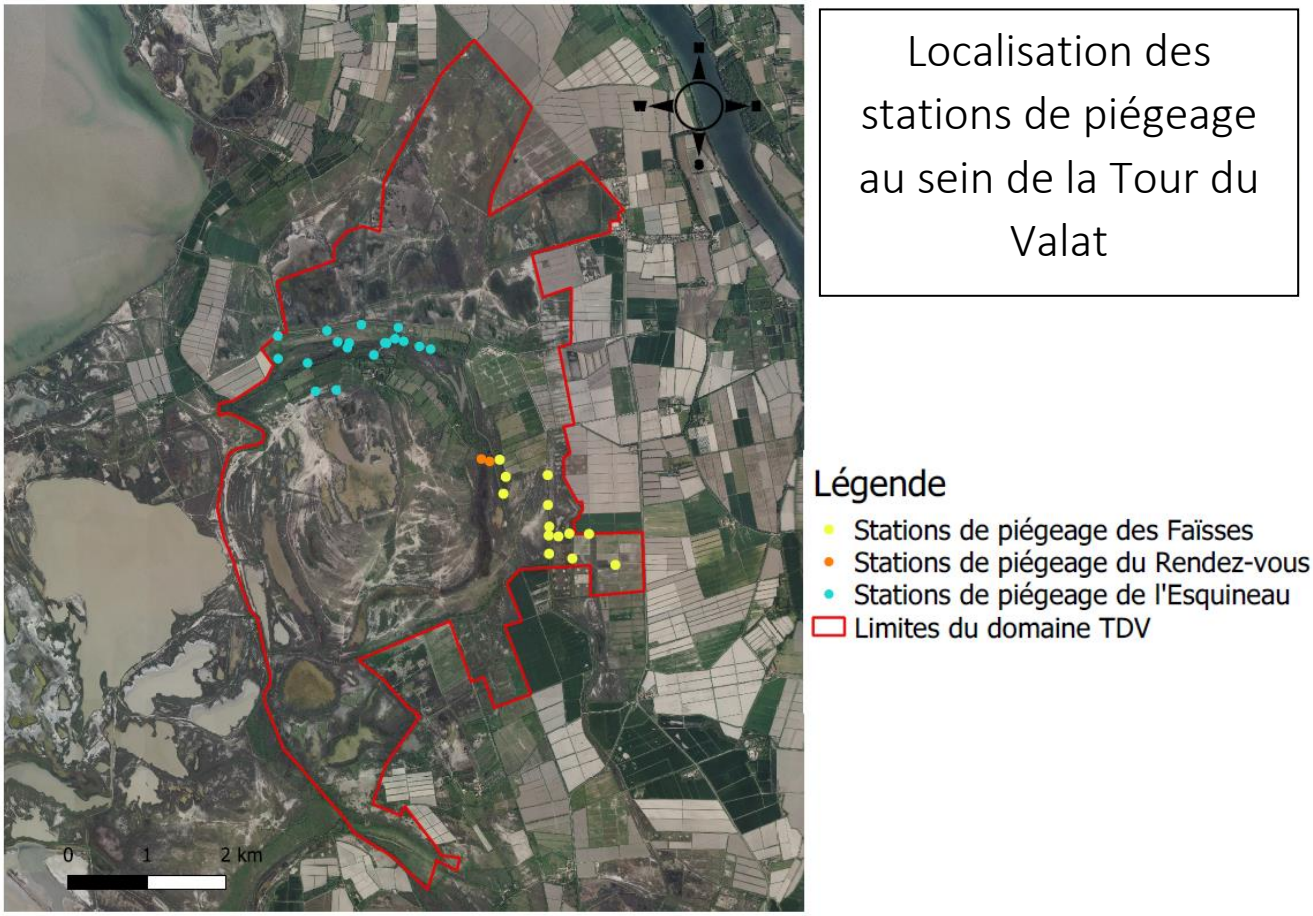


***Figure 9** : Localisation des différentes stations de piégeage des cistudes dans le domaine de la Tour du Valat, Aésane Meric, 2019*

Le choix de ces trois sites d'échantillonnage *(Figure 9)* s'est donc fait en raison de différents critères, et en particulier de la présence de la cistude d'Europe.

Il est à noter que l'ensemble des sites de suivi font partie des zones pâturées. En effet, ceux-ci sont occupés par une manade de « toros » et de chevaux de race Camargue. Le pâturage est planifié dans le cadre des plans de gestion mis en place sur le domaine de la Tour du Valat depuis 1986. Le site des Faïsses n'a pas changé ses pratiques pastorales depuis le début du lancement du programme de suivi des cistudes (1997). Cela permet de l'utiliser en tant que site témoin. La population de cistudes vivant dans cette zone utilise principalement des canaux de drainage du bassin du Fumemorte. L'Esquineau quant à lui a vu la gestion pastorale et hydraulique différente varier de manière importante au cours des 23 ans de suivis L'eau présente dans l'Esquineau provient directement du Rhône via un canal d'irrigation.

8. Matériel de capture et méthode de piégeage

La cistude d'Europe est une espèce protégée. La capture d'individus dans l'environnement naturel nécessite une dérogation préfectorale à la législation relative aux espèces protégées.

Occasionnellement, la capture des individus peut se réaliser à l'aide d'une épuisette ou à la main, cependant, les travaux menés par A. Olivier entre 1997 et 2002 ont montré que les verveux étant les pièges les plus adaptés pour capturer les cistudes en Camargue. Il s'agit de pièges constitués de deux chambres successives et d'une ou deux ailes à l'entrée de ceux-ci.

Le verveux simple est constitué d'une seule aile. Il est disposé perpendiculairement par rapport à la bordure du marais afin de capturer les individus qui se déplacent le long des berges *(Figure 10)*.



***Figure 10** : Verveux simples, ©Aésane Meric, 2019*

Le verveux double est quant à lui composé de deux ailes et il est utilisé dans les canaux et les roubines pour que ses ailes entravent de manière intégrale les deux extrémités du cours d'eau *(Figure 11)*.

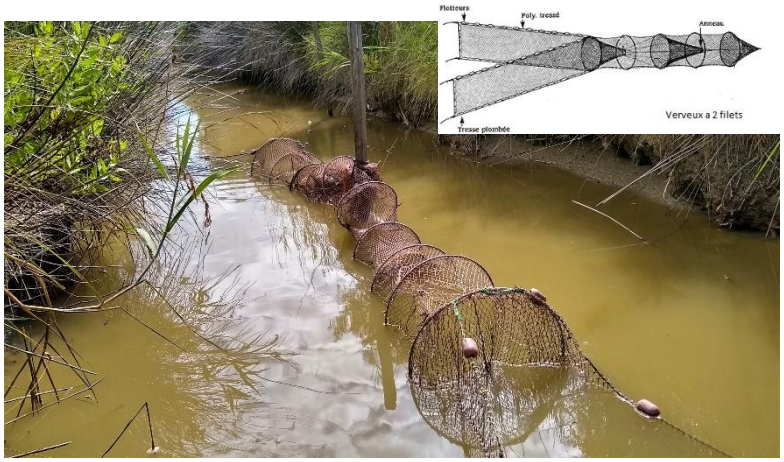


***Figure 11 :** Verveux doubles, ©Aésane Meric, 2019*

Les ailes permettent de bloquer les déplacements des cistudes. Les tortues se retrouvent alors piégées à l'intérieur de celui-ci. Elles vont ensuite se déplacer dans le filet jusqu'à ce qu'elles

se retrouvent bloquées dans la dernière chambre. Il est donc évidemment primordial que cette chambre ne soit pas totalement submergée. En effet, elle doit être légèrement surélevée par rapport au niveau d'eau afin d'éviter tout risque de noyades. Aucun appât n'est utilisé pour attirer les cistudes dans les verveux dans cette étude. Leurs déplacements quotidiens suffisent à les amener tôt ou tard à être piégées. Aussi, elles peuvent très souvent être tout simplement attirées par les proies potentielles également piégées dans les verveux (Ecrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii,* Poisson chat *Ictalurus melas*…).

Les pièges sont posés le lundi matin et relevé tous les jours jusqu'au vendredi où ils sont retirés et ce durant toute la période de capture (début mai à fin juillet).

9. Marquage

Une fois les cistudes capturées, elles sont marquées si elles ne le sont pas déjà. A la Tour du Valat, le marquage a débuté en 1976 grâce à Alan Johnson. Entre 1976 et 1996, 76 cistudes ont été marquées *(Olivier, 2002)*. Un véritable suivi scientifique à long terme s'est engagé depuis 1997 et perdure depuis. Fin 2018 on comptait plus de 1300 cistudes qui avaient été marquées dans le cadre de cette étude.

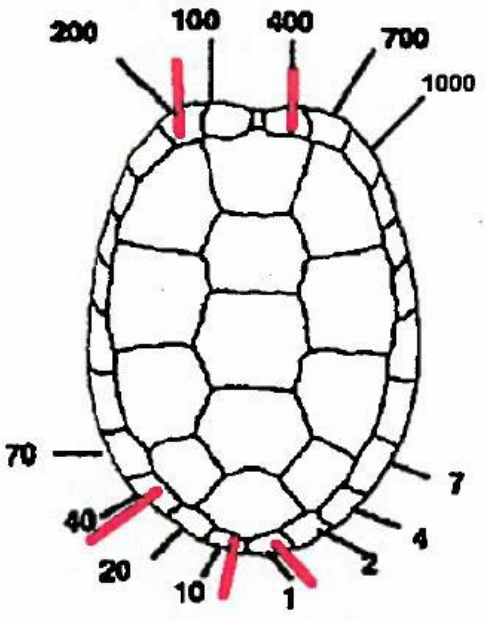


Figure 132 : *Code de marquage de l'individu 651*

Le marquage consiste à faire une incision à l'aide d'une scie à métaux sur les écailles marginales de la dossière *(Figure 13)*. Chacune des écailles correspond à un numéro. La lecture des marques se fait donc grâce à la somme de l'ensemble de ces numéros *(Figure 12).* Il est important que les écailles marquées soient en bon état. Cette méthode de marquage n'engendre aucun problème de gêne ou même de mortalité pour les individus. De plus, elle n'est pas invasive, peu coûteuse, facile à réaliser et est très fiable à long terme.



Figure 123 *: Marquage d'une cistude avec la scie à métaux, ©Benjamin Solgrain, 2019*

10. Mesures biométriques

Les cistudes bénéficient ensuite de prises de mesures biométriques indispensables au suivi CMR puis sont ensuite relâchées à l'endroit où elles ont été capturées afin de perturber le moins possible l'animal.

Ces mesures permettent de comparer les individus entre eux et donc de les reconnaître. Cela permet aussi de suivre la croissance au cours du temps sur un même individu mais également d'observer certaines distinctions sur l'ensemble des tortues capturées.

Une fiche d'identification propre à chaque individu est réalisée *(Figure 14)* renseignant diverses informations pour chaque capture.

Dans le cas où la cistude n'est pas encore marquée, l'ensemble des paramètres biométriques doivent être relevés.

Il est tout d'abord important de noter la date, le lieu de capture, l'observateur et le marqueur, le moyen de capture (à la main, épuisette, verveux…) et le numéro de la cistude dans le cas où cette dernière est déjà marquée.

Le sexe de l'individu est ensuite identifié ainsi que l'état de gravidité par palpation pelvienne dans le cas où il s'agirait d'une femelle.

CISTUDE TdV – Fiche de biométrie

Numéro :

Date : **Observateur :**

Site : **Marqueur :**

Station :

Engin :

.....

Sexe : **Fécondé (O/N) :**

Couleur de l'iris : **Masse (g) :**

Longueur dos droite : **Largeur dos droite :**

Longueur plastron : **Largeur plastron :**

Hauteur plastron : **Longueur écaille ventrale (x) :**

Stade d'usure :

.....

Observations :

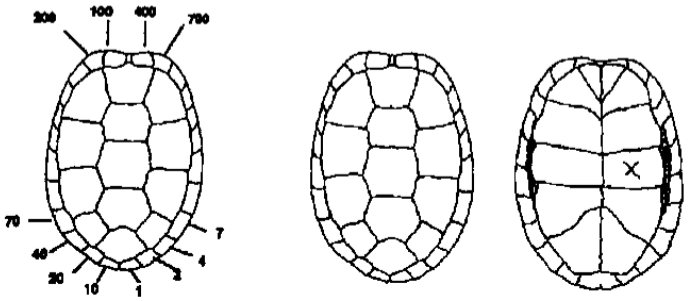


Figure 14 : *Fiche de données biométriques*

Différentes mesures sont également relevées : la largeur et longueur de la dossière et du plastron (respectivement partie supérieure et inférieure de la carapace), ainsi que la hauteur entre ces deux parties. L'ensemble de ces mesures sont prises grâce à un pied à coulisse d'une précision millimétrique. Ensuite, la lecture de l'âge se fait en comptant le nombre de Lignes d'Arrêt Croissance (LAC) dans le cas des individus en croissance. Entre chaque période de croissance annuelle, une LAC apparait. Le stade d'usure correspond quant à lui à la lisibilité des LAC. Il varie de 1 à 4, plus individu est

âgé et plus sont stade d'usure est élevé. Cependant, seuls les individus en stade 1, c'est-à-dire les jeunes individus en phase de croissance, possèdent des stries assez lisibles pour pouvoir déterminer leur âge.

On différencie 4 stades d'usures *(Figure 15)* :

- **Stade 1** : correspond aux jeunes individus en croissance (jusqu'à maximum 10 ans). Les lignes et une plage de croissance sont très visibles.
- **Stade 2** : Les lignes de croissance sont encore visibles, mais la croissance est terminée (absence de plage de croissance).
- **Stade 3** : Il s'agit d'un individu adulte. Seulement une partie des LAC sont encore visibles (les stries sont partiellement effacées).
- **Stade 4** : Celui-ci concerne les vieux individus. Les stries sont invisibles, elles ont totalement disparu du plastron. La carapace montre des signes de vieillissement (dossière très lisse par exemple).

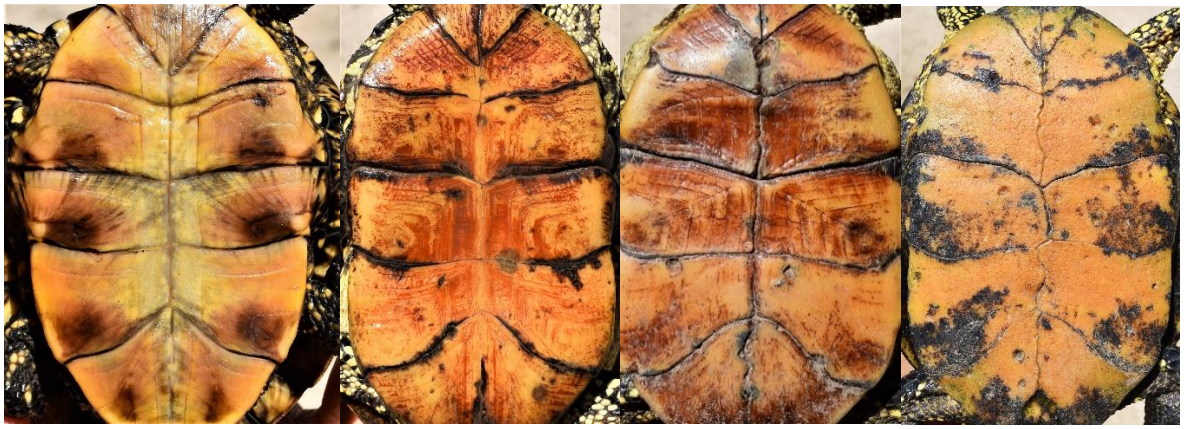


***Figure 15** : Stades d'usure 1, 2, 3 et 4, ©Aésane Meric, 2019*

Enfin, les caractéristiques propres à chaque individu sont relevées : queue coupée, présence d'algues sur le plastron, griffes manquantes, individu borgne, anomalie d'écaillure etc. Cela permet d'apporter des informations supplémentaires en cas de recapture pour permettre une identification certaine et renseigne de l'état de santé de la population.

Depuis 2018, une étude écotoxicologique est menée afin de déterminer les niveaux de contaminants aquatiques chez les cistudes. L'objectif plus large de ce travail, financé par l'agence de l'eau Rhône Méditérrannée Corse, est de comprendre les effets physiologiques et comportementaux des contaminants aquatiques sur une communauté de reptiles en Camargue. Pour cela, des prises de sang sont réalisées dans la queue au niveau de la veine coccygienne dorsale sur une partie des individus capturés. Outre l'objectif de perpétuer le suivi à long terme sur cette espèce, la capture des cistudes permet donc aussi la réalisation de ce projet écotoxicologique.

Une partie de l'étude consiste à réaliser des tests comportementaux et de mesurer les différences de coloration des individus capturés *(Figure 16)*. Chaque individu qui fait l'objet d'une prise de sang est soumis ensuite à un test de retournement (observation du temps de retournement de la tortue lorsqu'elle se trouve sur le dos) ainsi que des photos mettant en évidence différentes parties de la tortue. Cela permettra ensuite de mettre en relation le comportement des cistudes en fonction de leur coloration, âge, sexe, habitats aquatiques, taux de contaminants présents dans les prises de sang etc.

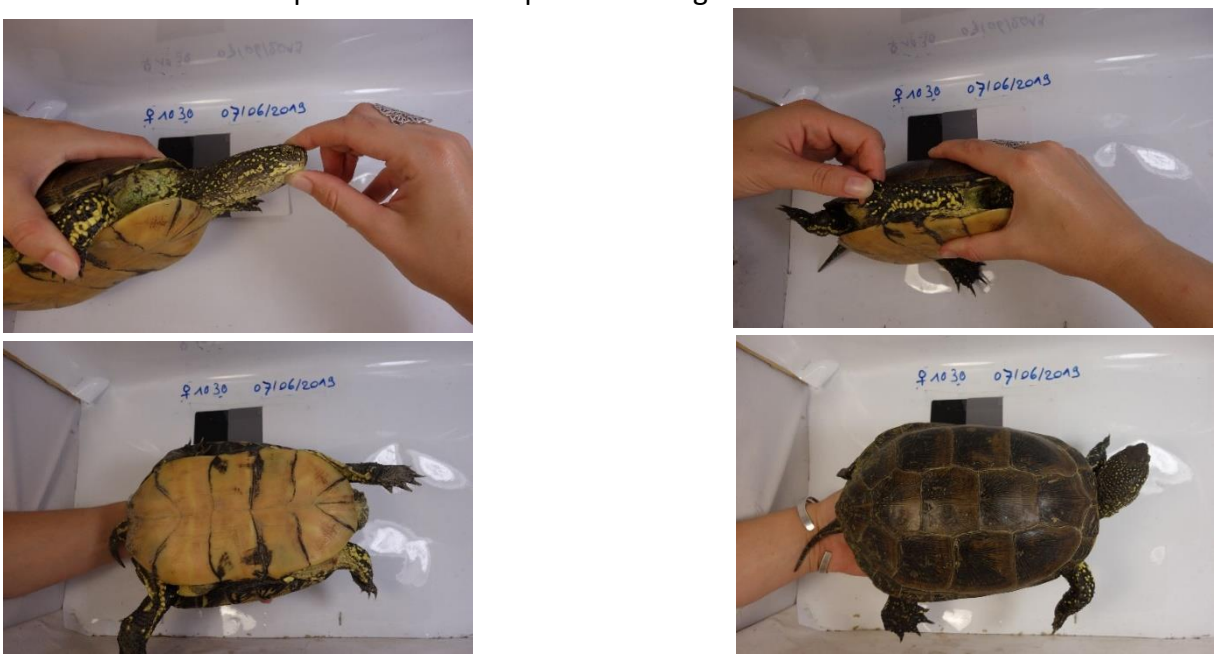


***Figure 16** : Photos permettant de mesurer la coloration des cistudes, ©Aésane Meric, 2019*

11. Relâchés des tortues et recaptures



***Figure 17** : Cistude relâchée après sa capture, ©Aésane Meric, 2019*

Après avoir été examinées, les cistudes sont relâchées à l'endroit où elles ont été capturées *(Figure 17).*

Les recaptures permettent de suivre les tortues au cours des années grâce à leur marquage. Si celles-ci sont capturées régulièrement, il est possible de connaitre avec une assez grande précision leurs déplacements, variations de taille, état physique (poids, usure de la carapace, des griffes, queue coupée…) et *in fine* d'estimer le taux de survie de l'espèce. Ce travail permet également de calculer les tailles des deux noyaux de populations annuellement pour ainsi pouvoir mettre en place des mesures de gestion propres à l'espèce et au territoire concerné *(Ficheux et al., 2014).*

12. Analyse statistique et traitements des données

Les analyses statistiques ont été réalisées sous le logiciel *RStudio*. La normalité des données a été testé grâce au test de *Shapiro*. Un *test-Student* a ensuite été réalisé pour évaluer la variation du sex-ratio au cours du temps et en fonction des sites de capture. Un test *Khi²* a également été effectué afin de comparer les moyennes de l'âge-ratio en fonction des sites. Ensuite, certains graphiques ont été réalisés à l'aide d'*Excel* (Microsoft 2016) pour les autres résultats, et les cartographies grâce au logiciel Qgis.

III. Résultats

En 2019, 238 cistudes ont été capturées sur l'ensemble de la période de capture, c'est-à-dire, du 22 avril au 26 juillet. Ce résultat est relativement similaire à ceux obtenus au cours des quatre dernières années *(Figure 17).* On remarque cependant d'importantes fluctuations au cours des années depuis 1997.

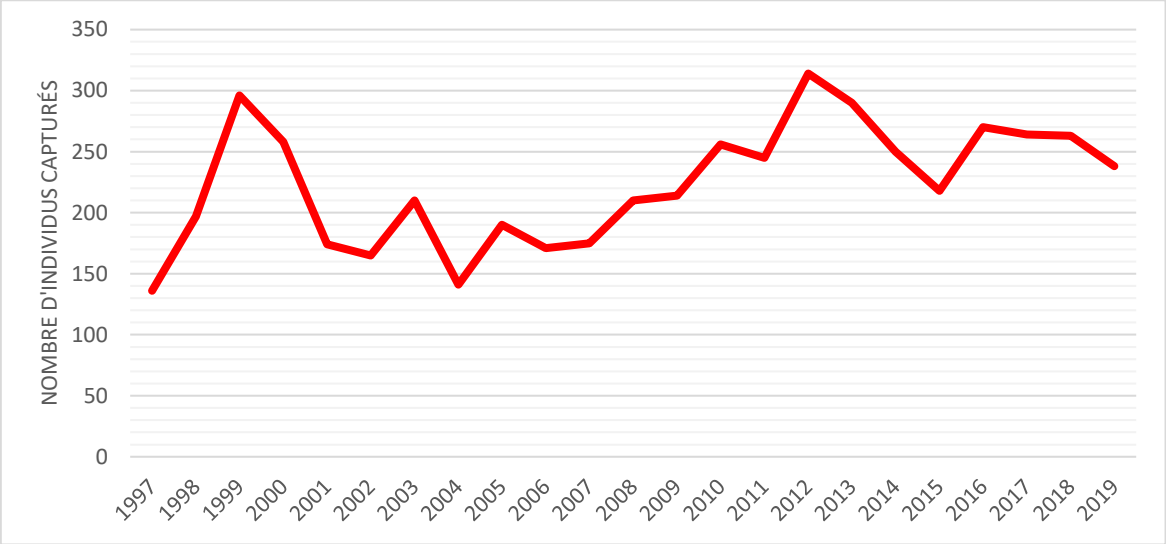


Figure 17 : *Variation du nombre d'individus capturés depuis 1997*

Cette année sur le site de l'Esquineau 170 individus différents ont été capturés pour un total de 434 captures sur ce site. Parmi l'ensemble des individus, on dénombre 25 juvéniles *(Tableau 1)*. 24 nouveaux individus ont été marqués sur ce site.

60 individus ont été capturés durant la période d'échantillonnage sur le site des Faïsses pour un total de 181 captures sur ce site. Au total, 5 juvéniles ont été capturés et 13 nouveaux individus marqués *(Tableau 1).*

On constate que 97% des cistudes capturés proviennent des deux sites où le suivi à long terme par CMR est réalisé : l'Esquineau et les Faïsses. Seulement 5 individus pour la session de capture 2019 ont été capturés sur le site du Rendez-Vous. Ce résultat s'explique par un effort de piégeage beaucoup plus faible sur ce site.
L'ensemble de ces informations est résumé dans le tableau *(Tableau 1)* ci-dessous :

Tableau 1 *: Résultats généraux de l'ensemble des individus capturés et marqués pour la session 2019*

	Esquineau	**Faïsses**	**Rendez-Vous**
Nombre de mâles capturés	77	27	1
Nombre de femelles capturées	89	32	4
Nombre de juvéniles capturés (sexe déterminé ou non)	25	5	4
Nombre d'individus marqués	24	13	4
Total des individus capturés	170	60	5

L'ensemble de ces captures permettent d'enrichir la base de données existante depuis 1997.

1. Effort de piégeage

L'effort de piégeage est un paramètre important à prendre en compte. Le graphique ci-dessous *(Figure 18)* présente l'évolution du nombre de « jours-pièges » depuis 1997. Nous constatons d'importantes variations de la pression de piégeage depuis le lancement du suivi à long terme. La variation de la pression de piégeage de l'Esquineau et des Faïsses évoluent relativement simultanément de façon plus ou moins égale. La faible pression de piégeage sur le site du Rendez-Vous en 2019 ne permettra pas de développer les résultats pour ce site.

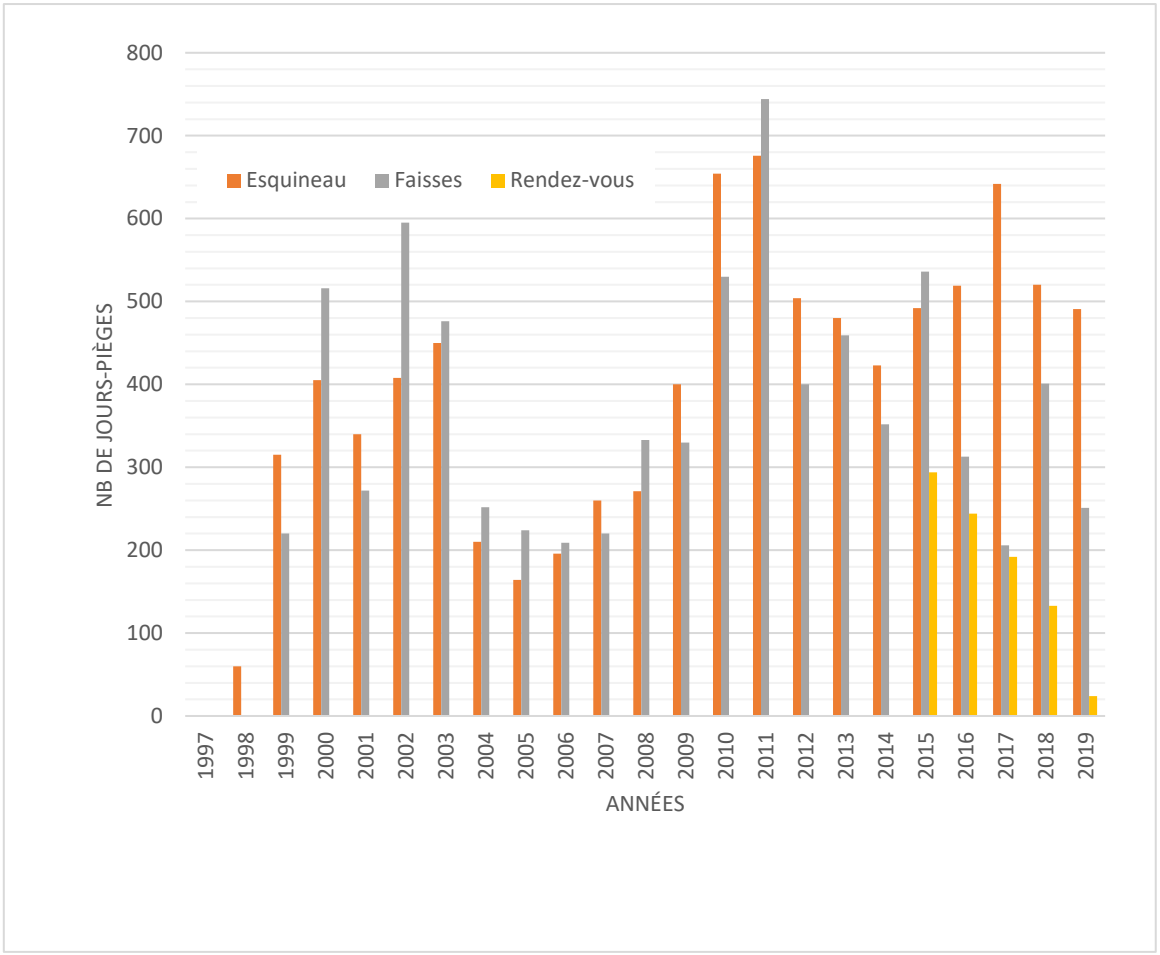


Figure 18 : *Diagramme de l'effort de piégeage en fonction des années*

L'effort de piégeage correspond à l'effort réalisé annuellement pour capturer les cistudes à l'aide de verveux. En 2019, l'effort de piégeage correspond donc à l'équivalent de 491 « jours-pièges » sur le site de l'Esquineau et 251 pour les Faïsses *(Figure 19)* comme dit précédemment. Depuis 2016, on constate un effort de piégeage plus important sur le site de l'Esquineau par rapport à celui des Faïsses.

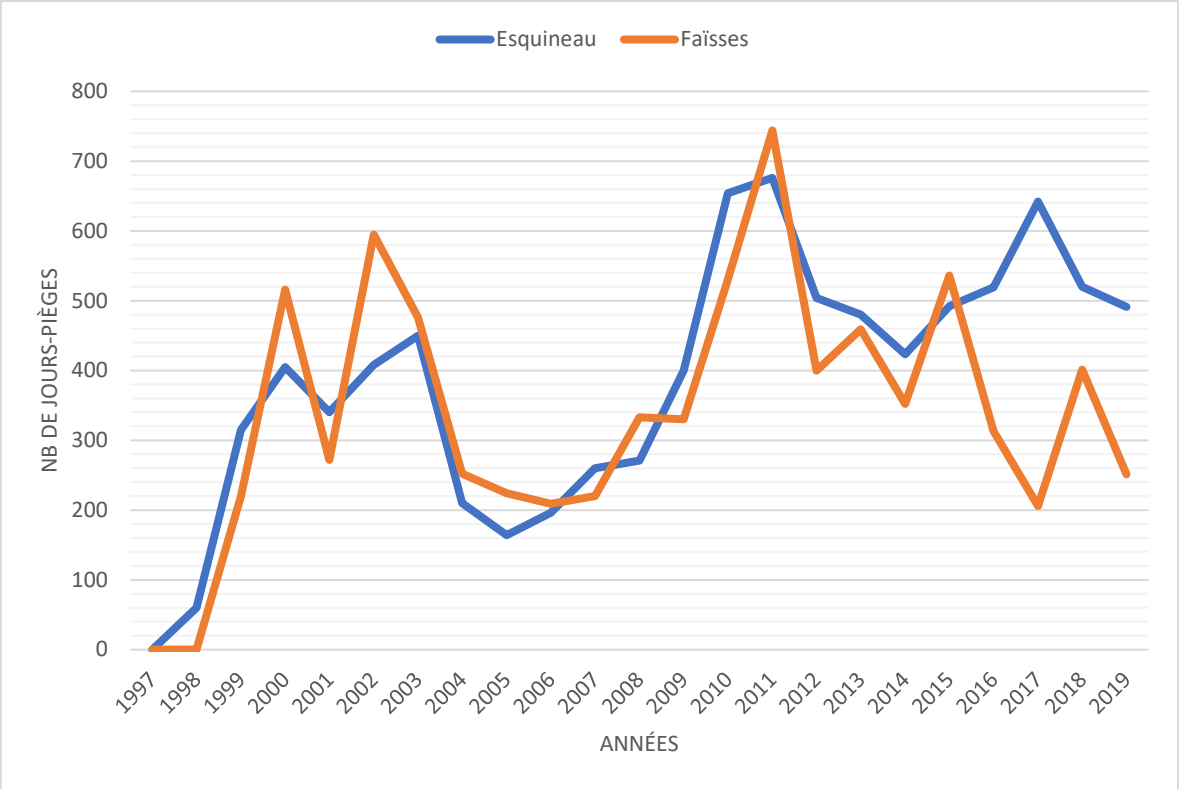


***Figure 19** : Evolution annuelle de l'effort de piégeage sur les deux principaux sites d'étude*

Le graphique ci-dessous *(Figure 20)* présente l'évolution annuelle du nombre d'individus capturés par rapport à l'ensemble des captures réalisées. En 2019, 238 individus différents ont été capturés pour un total de 623 captures.

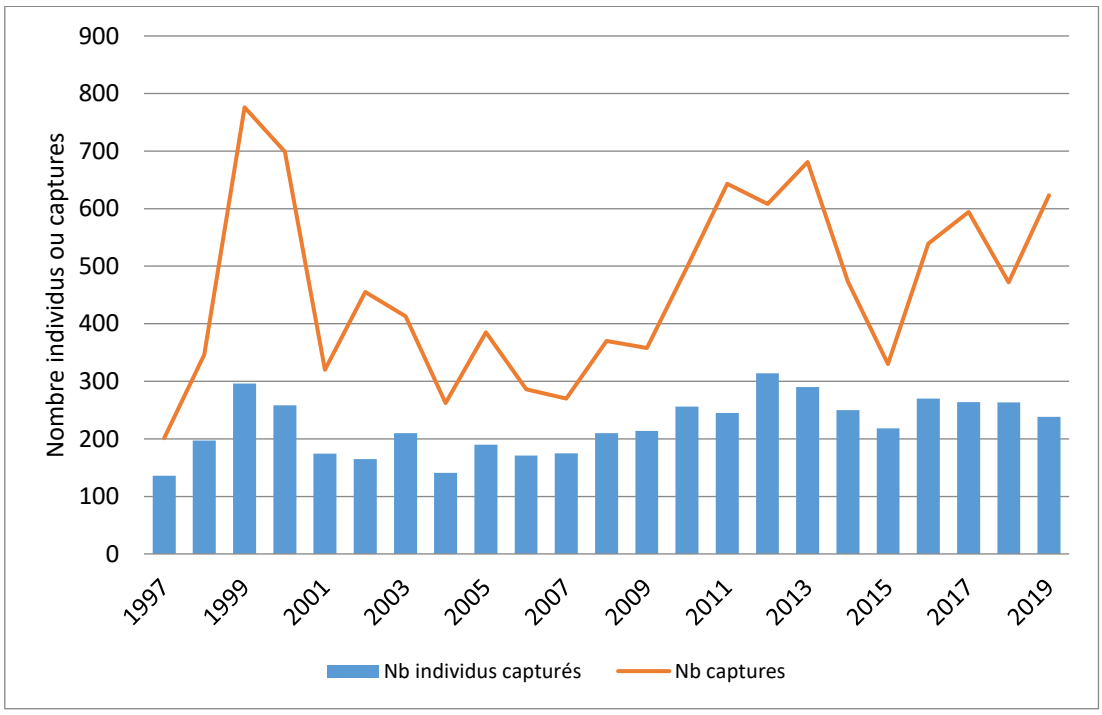


***Figure 20 :** Evolution annuelle du nombre de captures et d'individus capturés*

2. Sex-ratio

Le sex-ratio est un paramètre biologique essentiel, il permet de comparer le rapport entre le nombre de mâles et de femelles au sein d'une population d'une même espèce. Son calcul donne une indication importante sur la structure de la population. Dans l'étude ci-dessous, le sex-ratio correspond au nombre de mâles pour une femelle.

2.1. Résultats en fonction des sites de capture en 2019

Tableau 2 : *Valeur du sex-ratio sur les deux principaux sites d'étude*

Sites	Nombre d'individus sexés	Sex-ratio en 2019	Moyenne du sex-ratio depuis 1997
Esquineau	166	0,86	0,7
Faïsses	59	0,84	0,8

Le tableau ci-dessus *(Tableau 2)* illustre le sex-ratio des individus capturés pour l'année 2019 sur les deux principaux sites de capture ainsi que la moyenne de ce dernier depuis le début du programme de suivi en 1997. On remarque que les résultats sont presque similaires pour l'année 2019 sur les deux sites de capture. Ces valeurs démontrent qu'il y a donc une proportion plus importante de femelles par rapport au nombre de mâles. C'est aussi le cas pour la moyenne depuis 1997, car on obtient respectivement à l'Esquineau et aux Faïsses, un sex-ratio de 0,7 et 0,8 mâles pour une femelle. On compte donc plus de femelles capturées que de mâles.

2.2. Variations sur le long terme

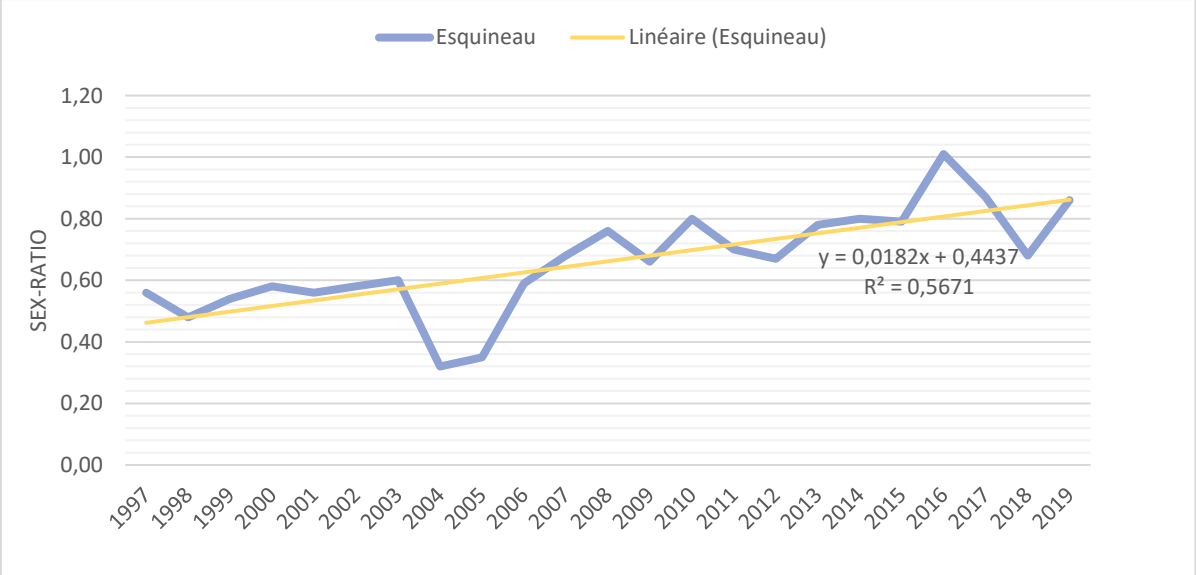


Figure 21 *: Variation du sex-ratio sur le site de l'Esquineau depuis 1997*

Le graphique ci-dessus *(Figure 21)* présente les variations du sex-ratio sur le site de l'Esquineau depuis le début du suivi en 1997. On constate une augmentation significative de la proportion de mâles au cours du temps : celle-ci étant passée de 0,56 en 1997 à 0,86 en 2019 avec des fluctuations au fil du temps. Cependant, la part de femelles capturées reste toujours plus importante par rapport aux mâles.

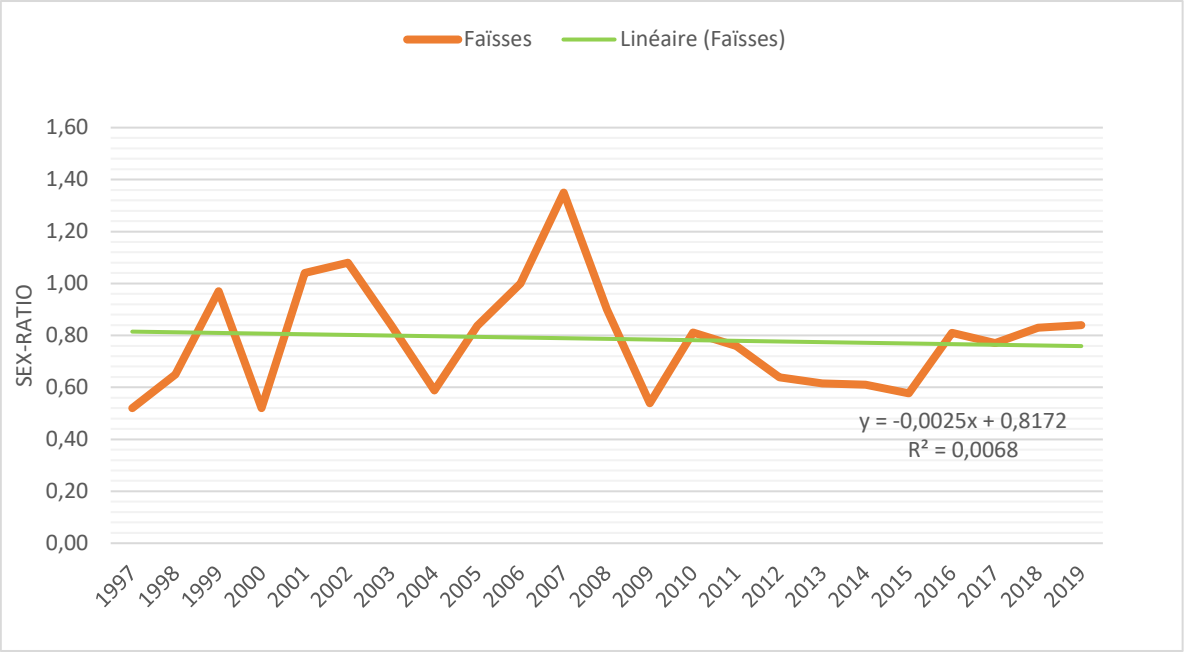


***Figure 22** : Variation du sex-ratio sur le site des Faïsses depuis 1997*

La variation du sex-ratio depuis 1997 sur le site des Faïsses est illustrée par le graphique ci-dessus *(Figure 22).* Pour ce site, on ne constate aucune tendance, le sex-ratio ne varie donc pas globalement depuis le début du suivi. Par contre, les valeurs de celui-ci sont très variables notamment entre 1997 et 2010 où elles oscillent entre 0,52 en 2000 jusqu'à 1,35 en 2007.

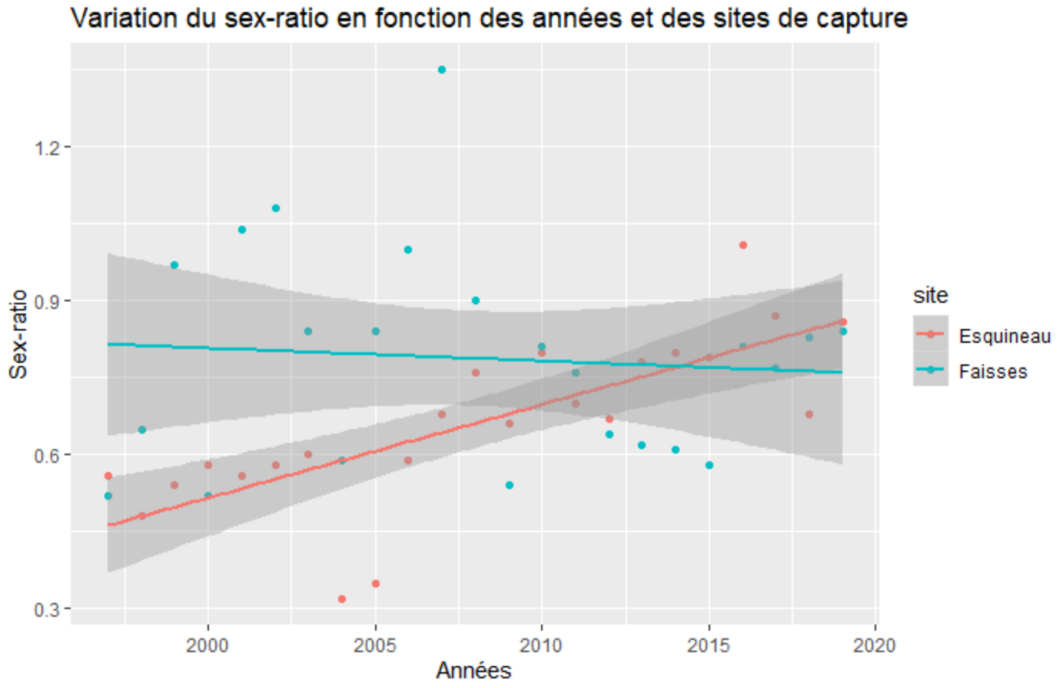


***Figure 23** : Variation du sex-ratio en fonction des années et des sites*

Le graphique ci-contre *(Figure 23)* synthétise les résultats présentés auparavant et permet une comparaison de l'évolution du sex-ratio entre les deux principaux sites de capture depuis 1997. Grâce au Test de Student, on constate une différence significative de l'évolution du sex-ratio au cours du temps en fonction des deux sites.

3. Age-ratio

L'âge-ratio correspond à la proportion d'individus juvéniles (stade 1) par rapport à la proportion d'adultes.

3.1. Résultats en fonction des sites de capture en 2019

Le tableau ci-dessous *(Tableau 3)* présente les valeurs de l'âge-ratio sur les deux principaux sites de capture. On constate un écart important entre les deux sites avec 14,7% de juvéniles sur le site de l'Esquineau, et 8,3% en ce qui concerne les Faïsses.

Les deux sites hébergent un pourcentage de juvéniles relativement faible par rapport au nombre d'adultes. Le noyau de population de l'Esquineau semble cependant être celui avec la plus importante proportion de juvéniles (14,7%) pour l'année 2019.

***Tableau 3** Résultats (en %) de l'âge-ratio sur les deux principaux sites d'étude*

Sites	Nombre d'individus capturés	% de juvéniles en 2019	% d'adultes en 2019
Esquineau	166	14,7	85,3
Faïsses	60	8,3	91,7

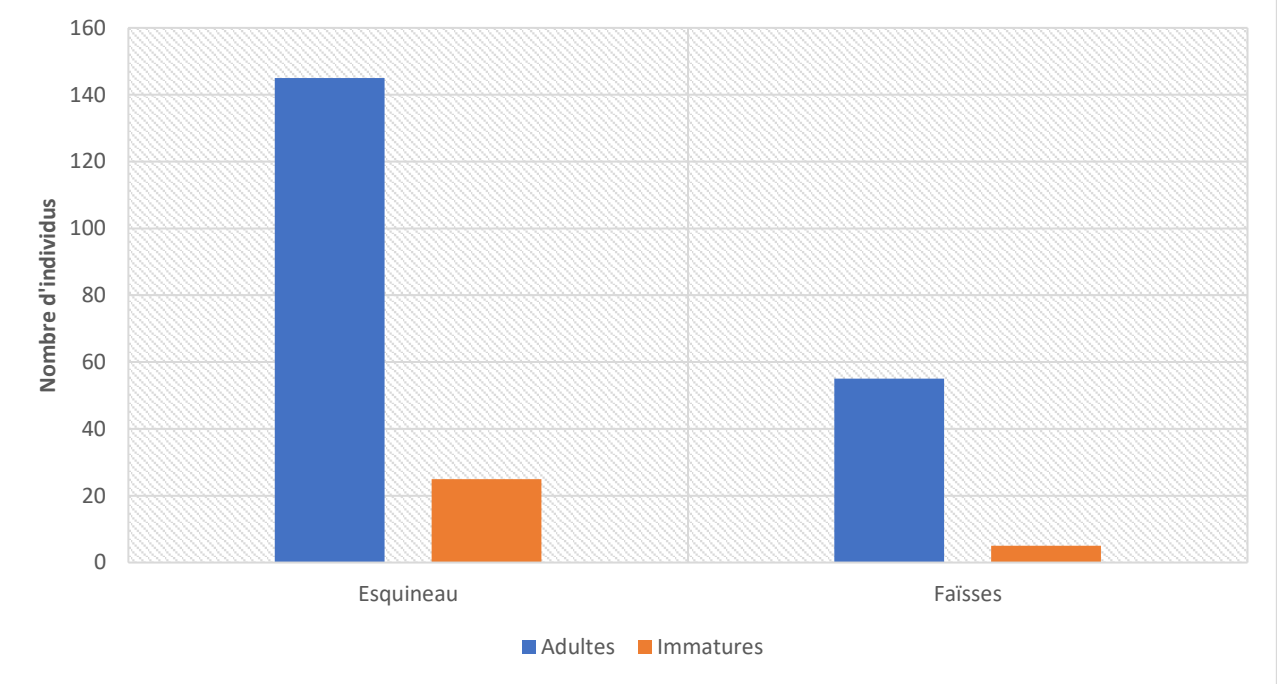


***Figure 24 :** Nombre d'adultes de juvéniles en fonction de l'Esquineau et des Faïsses en 2019*

Le graphique ci-contre *(Figure 24)* compare le nombre de cistudes adultes capturées par rapport aux juvéniles selon les sites de piégeage de l'Esquineau et des Faïsses pour l'année 2019. Pour cela, un test Khi² a été réalisé. La p value étant supérieure à 0,05 (0,3), cela prouve qu'il n'y a pas de différences significatives entre le nombre d'adulte et de juvénile capturés en fonction des sites.

3.2. Variations sur le long terme

On constate un accroissement important de la proportion de juvéniles sur le site de l'Esquineau à partir de 2006 *(Figure 25).* La part de juvéniles reste très importante à l'Esquineau de 2008 à 2015, puis chute progressivement à partir de 2015. Elle atteint seulement 14,7% en 2019 par rapport au nombre d'adultes capturés. En ce qui concerne le site des Faïsses, les valeurs sont aussi très variables passant de 37% de juvéniles en 1997 contre seulement 8,3% en 2019. Globalement, les classes d'âges des deux noyaux de population étudiés ont considérablement variées au cours des 23 ans de suivi.

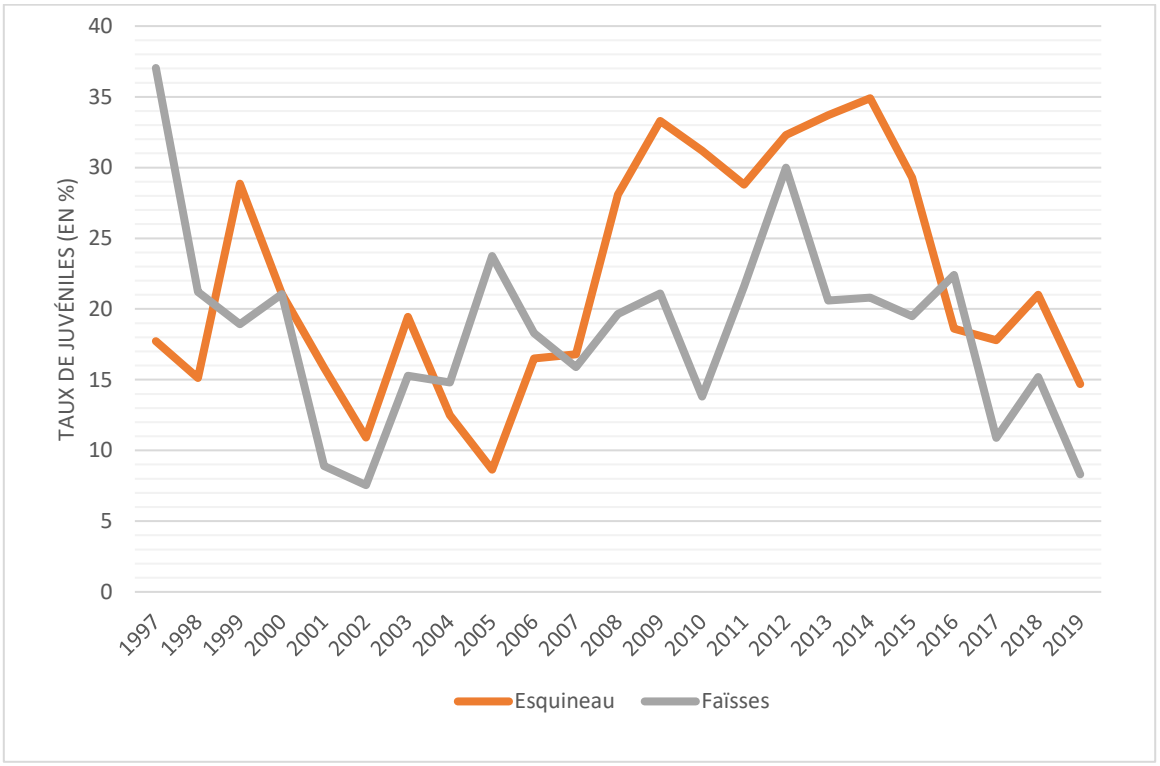


Figure 25 : *Variation de l'âge-ratio (en %) sur les deux principaux sites d'étude depuis 1997*

4. Dispersion

En 2019, seulement 3 individus capturés précédemment ont changés de noyaux de population. Il s'agit de 3 mâles. L'individu 171 avait été marqué à l'Esquineau en 1997, puis s'est déplacé aux Faïsses au début des années 2000. Il a ensuite été recapturé sur le site intermédiaire du Rendez-Vous pour revenir à son point de départ en 2019. La carte ci-dessous *(Figure 26)* illustre les différentes localisations dans lequel cet individu s'est fait capturer en fonction des années.

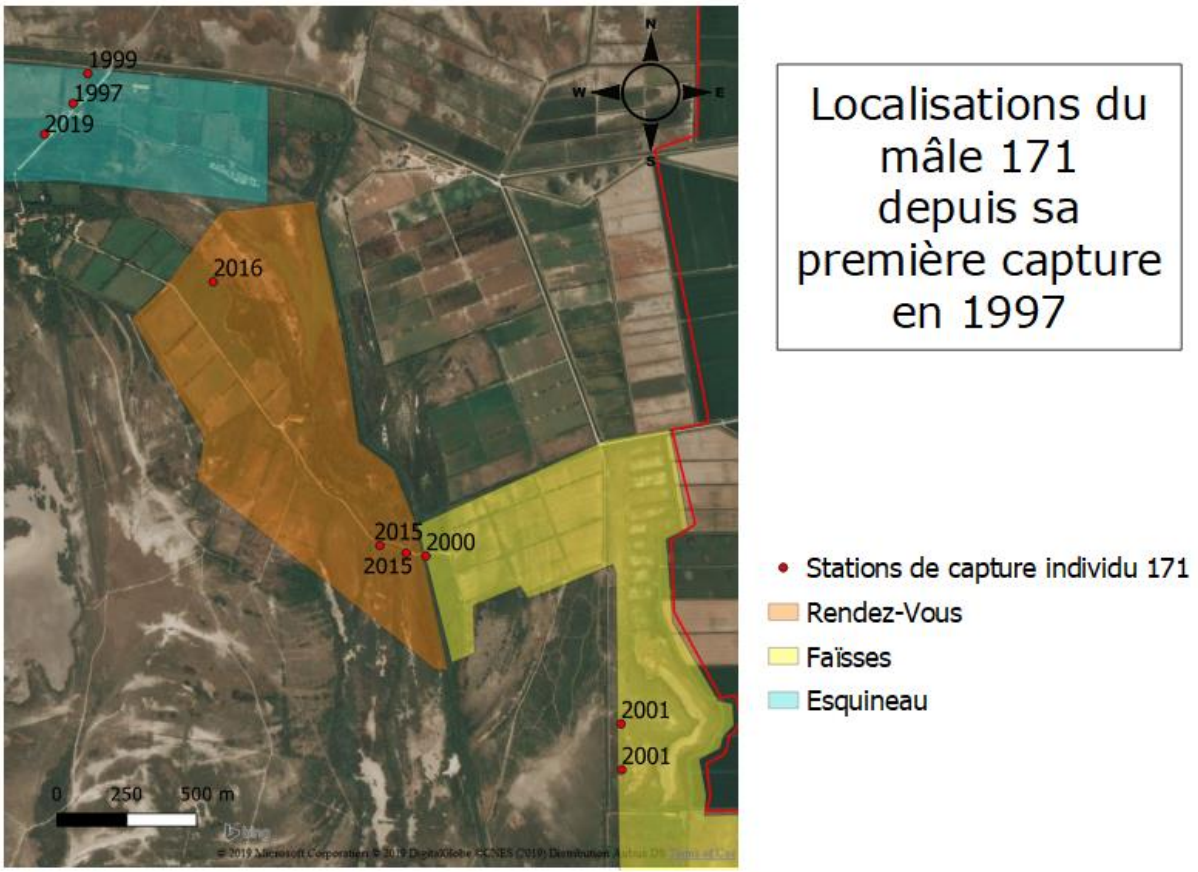


***Figure 26** : Cartographie des différentes localisations de l'individu 171 depuis sa première capture, Aésane Meric, 2019*

Le mâle 933 a effectué un déplacement minimum de 4,5 km entre le site du Petit Badon et les Faïsses entre sa première capture en 2016 et sa recapture cette année *(Figure 27)*. Enfin, l'individu 1032 avait été également marqué en 2012 sur le site du Petit Badon et a été recapturé à l'Esquineau cette année. Il a donc effectué un long déplacement d'un minimum de 5,5 km au total. La carte ci-dessous *(Figure 27)* illustre les trajets potentiels effectués par ces deux individus entre leur première et dernière capture en fonction des corridors biologiques présents.

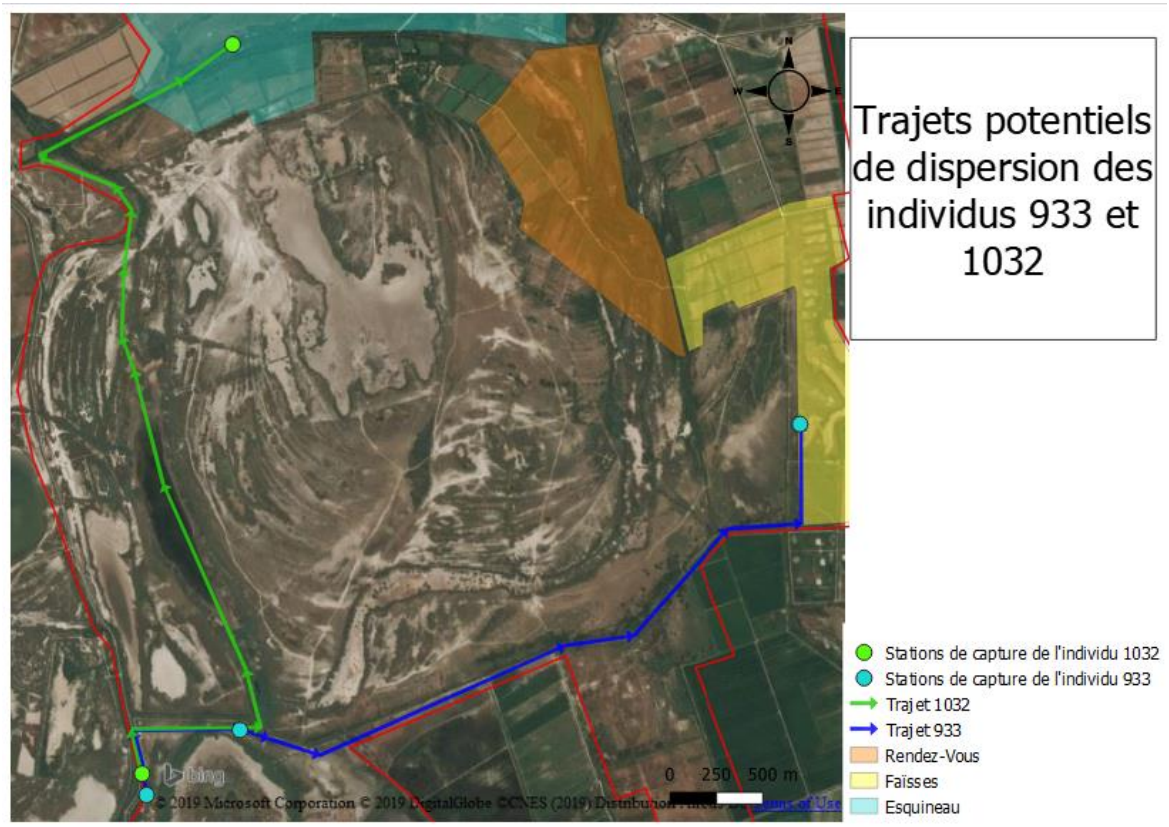


***Figure 27** : Cartographie des trajets potentiels de dispersion des individus 933 et 1032 depuis leur première capture jusqu'à 2019, Aésane Meric, 2019*

5. Comparaison de l'efficacité de piégeage en fonction des pièges utilisés

Pour la capture des cistudes, deux types de pièges sont utilisés : les verveux simples et les verveux doubles. Les verveux simples sont utilisés dans les marais et les verveux doubles dans le canaux et roubine. Ici, l'objectif est de mesurer l'efficacité de ces pièges en fonction du nombre de cistudes capturées par « jours-pièges ».

5.1. Efficacité globale des deux types de pièges

En 2019, nous avons échantillonné l'équivalent de 327 « jours-pièges » pour les verveux simples et 368 pour les verveux doubles sur les deux principaux sites de piégeage (*Tableau 4*). La pose de verveux simple a permis 193 captures contre 322 pour le second type de piège. On constate donc une importante différence. L'ensemble de ces informations sont résumées dans le tableau ci-dessous :

***Tableau 4** Efficacité des deux types pièges en 2019*

	Nb « jours-pièges » Verveux simples	Nb captures par Verveux simples		Nb « jours-pièges » Verveux doubles	Nb captures par Verveux doubles
	327	193		368	322
Efficacités moyennes (nb captures/nb jours-pièges)	0,59			0,88	

Le graphique ci-dessous *(Figure 28)* présente la moyenne et l'écart-type de l'efficacité des verveux simples et doubles présents sur les sites de l'Esquineau et des Faïsses. On constate une efficacité meilleure de la part des verveux doubles avec une moyenne de 0,88 cistude capturée/jour-piège contre 0,59 pour les verveux simples.

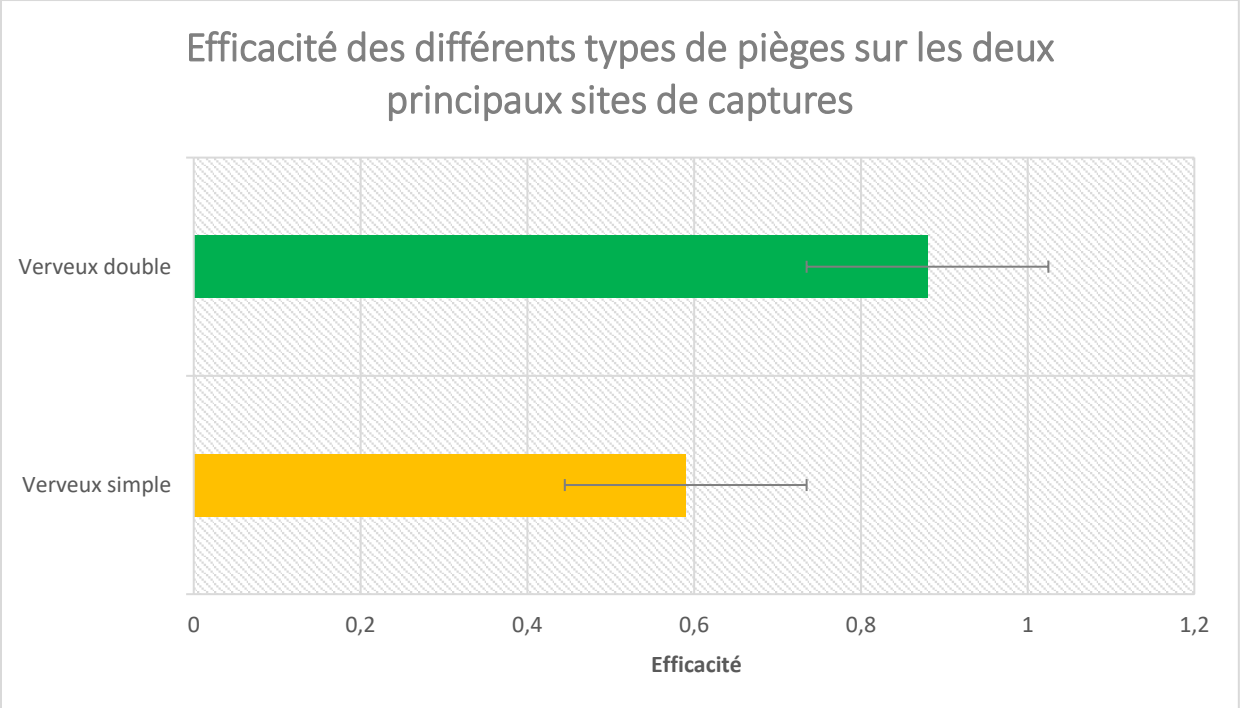


Figure 28 : *Comparaison de l'efficacité des deux types de pièges en 2019 sur les deux principaux sites d'étude*

5.2. Efficacité des deux types de pièges en fonction des sites de capture

Au cours de la période de capture de l'année 2019, on dénombre 268 « jours-pièges » pour 149 captures en ce qui concerne les verveux simples du site de l'Esquineau ainsi que 200 « jours-pièges » pour 199 captures pour les verveux doubles *(Tableau 5)*. Sur le site des Faïsses 59 « jours-pièges » de verveux simples ont été effectués pour 44 captures, et 168 « jours-pièges » de verveux doubles pour 123 captures au total avec ce type de piège. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble de ces données :

Tableau 5 *Efficacité des pièges en fonction des sites en 2019*

	Esquineau				Faïsses			
	Nb « jours-piège » Verveux simples	Nb captures par Verveux simples	Nb « jours-piège » Verveux doubles	Nb captures par Verveux doubles	Nb « jours-piège » Verveux simples	Nb captures par Verveux simples	Nb « jours-piège » Verveux doubles	Nb captures par Verveux doubles
	268	149	200	199	59	44	168	123
Efficacités (nb captures/nb jours-pièges)	0,56		1		0,75		0,73	

Le graphique ci-dessous *(Figure 29)* témoigne d'une différence entre l'efficacité des types de verveux en fonction des sites. En effet, sur le site de l'Esquineau, l'efficacité du verveux double par rapport au simple est presque deux fois plus élevé avec un taux d'efficacité de 1 cistude capturée par « jour-piège » contre seulement 0,56 pour les verveux simples. Néanmoins, on remarque une meilleure efficacité à 0,75 sur le site des Faïsses pour les verveux simples contre 0,73 pour les verveux doubles.

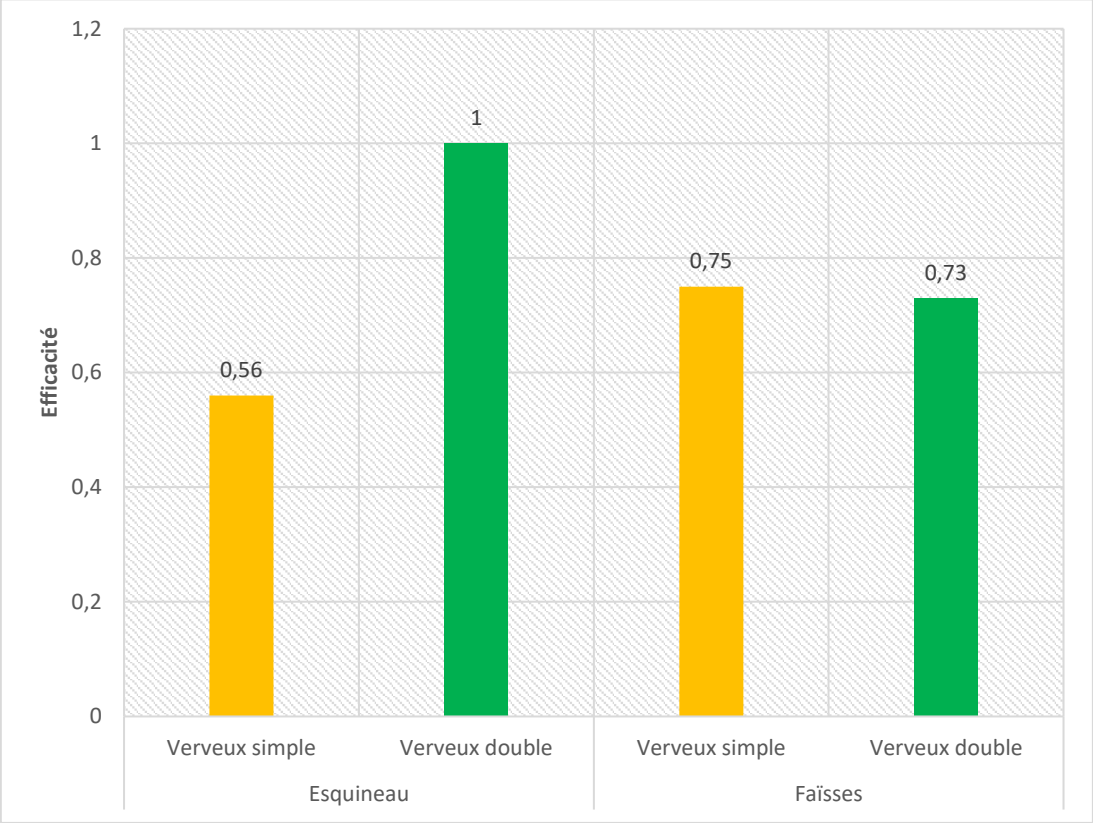


Figure 29 : *Efficacité des deux types de verveux en fonction des deux principaux sites d'études en 2019*

IV. Discussion

La cistude d'Europe est étudiée depuis 1997 sur le domaine de la Tour du Valat dans le double cadre du plan de gestion de la réserve naturelle régionale et du programme scientifique de l'institut de recherche. Grâce à des travaux précédemment effectués, notamment par Anthony Olivier, la distribution spatiale de l'espèce est bien cernée et les sites et méthodes de capture ont pu être sélectionnés.

1. Effort de piégeage

L'effort de piégeage est un paramètre essentiel à prendre en compte dans ce type d'étude car il traduit l'effort réalisé chaque année pour capturer les cistudes à l'aide des différents pièges. De manière générale, l'effort de piégeage varie de manière importante en fonction des années. Les variations proviennent des conditions météorologiques, du niveau d'eau des marais et des roubines, mais aussi de la durée de la période de capture. En effet, cette période peut varier car les besoins ne sont pas toujours les mêmes selon des années. Certaines études spécifiques entrainent parfois la nécessité de collecter un grand nombre de données comme par exemple entre 1997 et 2001 dans le cadre d'un mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes *(Olivier 2002)*, ou d'une thèse au début des années 2010 *(Ficheux, 2013)*. En 2019, l'effort de piégeage s'élève à 766 « jours-pièges » sur l'ensemble des sites de capture. Celui-ci n'est pas très élevé et relativement similaire à celui de l'année précédente. Cette pression d'échantillonnage moyenne s'explique par la mise en place d'un important volet écotoxicologique menée sur les cistudes lors des deux dernières années. Cette étude spécifique nécessite beaucoup de temps dans la récolte des données (prises de sang, prélèvements de griffes, frottis sanguins, tests de retournement photographies individuelles…). L'effort de piégeage ne pouvant donc pas être trop important au risque de manquer de moyens, humains pour s'occuper des individus capturés. La pression de piégeage varie également selon les semaines en fonction des conditions du milieu (assèchement de certaines stations de capture, météo…).

2. Effectif total capturé

On constate également qu'il y a une différence entre le nombre d'individus capturés en fonction des sites au cours du temps, en raison notamment de la qualité de l'habitat qui est très différente entre les deux sites d'études. En effet, le site de l'Esquineau est composé de plus de 12 hectares de marais semis-permanents pouvant être réalimentés en eau par un canal d'irrigation *(Oliver, 2002)*. Tandis que le site des Faïsses est traversé par environ 3 km de roubines de drainage et possède seulement 4 hectares de marais semis-permanents *(Olivier, 2002)*. Le niveau d'eau est également un critère essentiel pour exercer une importante pression de piégeage : si le site est asséché, aucun piège ne peut être posé et les cistudes ne sont pas accessibles.

Entre 1997 et 2007, le nombre de captures et la taille de population ont diminués sur le site de l'Esquineau principalement en raison des pratiques pastorales et de la gestion hydraulique du marais inadaptés *(Ficheux et al., 2014)*. En effet, le piétinement des bovins peut entrainer une mortalité notamment lors de déplacements terrestres des mâles et de la période de pontes pour les femelles. Depuis 2007, des nouvelles modalités de gestion ont été mises en place pour pallier ce problème, la densité de bovins a été réduite et le pâturage est présent

seulement en automne et en hiver, et depuis le nombre de captures et la taille de population augmente *(Ficheux et al., 2014)*. Une nouvelle gestion hydraulique a également été mise en place afin de maintenir le marais de l'Esquineau en eau durant la principale période d'activité des cistudes au printemps, et une remise en eau à l'automne pour l'hibernation.

Globalement, nous constatons un nombre de captures plus important sur le site de l'Esquineau en 2019 par rapport aux Faïsses. Cela s'explique en premier lieu par une population plus importante *(Olivier, 2002 ; Ficheux et al., 2014),* mais ce n'est pas le seul facteur à prendre en compte. En effet, la nature des habitats présents en fonction des sites et la superficie de ceux-ci joue un rôle important. Nous avons donc la possibilité de poser un plus grand nombre de pièges à l'Esquineau, car ce site est d'une plus grande superficie, et cela permet d'augmenter le nombre de captures. La présence d'un grand marais sur ce site favorise également la capture contrairement aux Faïsses composé majoritairement de canaux. En effet, lorsque les niveaux d'eau baissent on peut y choisir où placer les pièges contrairement aux roubines où le niveau d'eau reste le même. Les cistudes se concentrent donc dans les zones avec peu d'eau, ce qui facilite la capture. L'ensemble de ces paramètres explique pourquoi on obtient un nombre plus important de captures sur le site de l'Esquineau pour l'année 2019.

La variabilité des conditions météorologiques au cours du temps est aussi un critère à prendre en compte dans le taux de capture car cela affecte directement l'activité des animaux ectothermes *(Akins et al. 2014)*.

L'ensemble des données de capture ne permet pas à ce stade d'obtenir une estimation réelle de la taille de la population de cistudes à la Tour du Valat car l'estimation de la taille de population sera calculée ultérieurement.

3. Sex-ratio

Sur nos deux principaux sites d'études, on remarque que le sex-ratio est biaisé en faveur des femelles : 0,86 à l'Esquineau et 0,84 aux Faïsses. L'une des raisons pouvant expliquer ce résultat serait le climat régnant dans le sud de la France. En effet, la Camargue est connue pour offrir des températures relativement élevées en été. Le sexe à l'éclosion des œufs chez les cistudes dépend en grande partie de la température du nid. Si la température est supérieure à 29°, seules des femelles écloront *(Rimblot, 1983)*. Ceci pourrait donc être l'une des explications aux résultats obtenus. Néanmoins, depuis le début de cette étude en 1997, nous constatons une augmentation de la proportion de mâles capturés à l'Esquineau, celle-ci restant cependant toujours inférieure au nombre de femelles capturées.

Après 2005, à l'Esquineau, nous observons une augmentation de la proportion de mâles capturés. Or, les modalités de gestion pastorales et hydrauliques ont été modifiées à cette période. Certaines hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ce lien entre changement de gestion et augmentation de la proportion de mâles.

Tout d'abord, les nouveaux modes de gestion ont permis l'amélioration des conditions de vie des cistudes en augmentant les capacités d'accueil. Les mâles, qui ont tendance à se déplacer entre les différents noyaux de population *(Olivier et al., 2010; Ficheux, 2013)*, seraient donc inciter à rester au sein de la population de l'Esquineau voyant leur stress diminuer, ce qui

favorise donc l'augmentation du sex-ratio *(Ficheux et al., 2014)*. On peut également supposer que la diminution du pâturage engendre alors une hausse de la végétation et donc une baisse de la température du sol donc de la température des nids. Or, les œufs incubés à des températures plus faibles ont tendance à donner plus de mâles. Il s'agit néanmoins d'une hypothèse compliquée à tester car il reste encore impossible de déterminer le sexe des nouveau-nés.

Il faudrait également prendre en compte la période de capture car les mois de juin et de juillet correspondent aux principales périodes de pontes pour les femelles, ce qui peut donner une surreprésentation des femelles et donc un sex-ratio déséquilibré artificiellement en faveur des femelles *(Balázs et Györffy, 2006).*

Enfin, dans d'autres régions, telle que Nouvelle-Aquitaine par exemple, le sex-ratio est parfois biaisé en faveur des mâles *(Casteran, 2012)*. Il est donc important d'étudier les variations du sex-ratio à l'échelle de la population concernée car les données varient beaucoup d'une population à l'autre certainement en raison des conditions environnementales parfois bien différentes.

4. Age-ratio

Pour l'année 2019, on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux principaux sites d'étude entre la proportion d'adultes par rapport à la proportion de juvéniles capturés. Le site du Rendez-Vous compte plus de juvéniles que d'adultes, cependant, la faiblesse de l'échantillon obtenu pour cette année est juste indicatif.

En 2007, à la suite du changement de gestion pastorale et hydraulique, on constate une hausse de la proportion de juvéniles sur le site de l'Esquineau. Or, il n'y a pas eu d'augmentation significative aux Faïsses, cela permet donc bien de faire le lien la gestion de l'Esquineau avec le taux de juvéniles recensés depuis. Après 2006, la population de juvéniles a augmentée de 700% *(Ficheux et al., 2014).* En effet, outre le piétinement direct des individus, le pâturage a des conséquences négatives sur la biologie de la reproduction et perturbe les zones de nidification *(Chelazzi et al., 2007).*

Après 2008, il y a eu une diminution du nombre d'individus marqués certainement à cause d'une concurrence intraspécifique croissante à la suite du rétablissement de la population. En effet, la majorité des nouveaux individus issus de ce dernier recrutement ont été marqués après avoir été capturés. Cela témoigne donc par la suite d'une augmentation du nombre d'adultes et marque la transition avec l'âge juvénile. Ceci montre l'importance d'une gestion adaptative de ce milieu au niveau du pâturage et de l'eau pour la conservation de la cistude d'Europe *(Ficheux et al., 2014)*.

5. Dispersion

Les mouvements de dispersion permettent la connexion de différentes populations d'une même espèce. C'est un élément indispensable à la dynamique des métapopulations. *(Ficheux, 2013)*. L'utilisation du domaine vitale varie d'un individu à l'autre, on constate qu'il y a des individus plus sédentaires dans certaines populations, ce qui les poussent à moins disperser. Globalement, la cistude d'Europe possède des capacités de dispersion qui restent relativement limitées *(Sommer et al., 2009).* Selon Clobert *et al. (2004)*, certains facteurs

favorisent l'évolution de la dispersion. Trois catégories peuvent les définir : écologiques, génétiques et sociaux. Ils remarquent également que la dispersion est très souvent biaisée en fonction des sexes. Cela signifie que soit les mâles soit les femelles dispersent plus selon les espèces.

Depuis le début du programme de suivi de cistudes à la Tour du Valat, on constate que les mouvements de dispersion sont effectués quasi exclusivement par les mâles *(Olivier et al., 2010; Ficheux, 2013)*. Seulement 3 femelles ont changé de noyau de population en 23 ans de suivi.

En 2019, 3 mâles ont été recapturés pour la première fois dans des noyaux de population différents de la précédente capture. Parmi ceux-ci, la plus longue distance parcourue est de 5,5km au total depuis la première capture. Le record de distance parcourue par un individus provenant d'une des populations de la Tour de Valat est de 18 km *(Fuentes et Olivier, 2016)*. Néanmoins, S. Ficheux (2013) démontre dans sa thèse que les individus qui dispersent d'une population à l'autre sont généralement amener à retourner tôt où tard dans leur site d'origine. Cette année, le mâle 171 en est un parfait exemple : après avoir dispersé deux fois, il a été capturé 23 ans plus tard sur le même site de sa toute première capture.

Le taux de dispersion des mâles par rapport aux femelles sur le domaine de la Tour du Valat pourrai s'expliquer notamment par rapport aux disponibilités des sites de ponte. En effet, les femelles dépendent de ces milieux. Le nombre des sites de nidification étant très souvent limité, les femelles restent alors fidèles au territoire de leur mère car elles y trouvent les ressources idéales pour le processus de ponte *(Greenwood, 1980)*.

Une seconde hypothèse pourrait également expliquer ces phénomènes de dispersion. Les comportements des cistudes pourraient également changer en fonction du nombre d'individus présents dans la population. En effet, en fonction de la disponibilité de certaines ressources, ou du besoin de se reproduire dans une population plus qu'une autre pousserait certains mâles à disperser. C'est un phénomène de densité/dépendance.

6. Efficacité des types de pièges

Le verveux semble être une des méthodes les plus efficaces pour capturer des chéloniens dulçaquicoles *(Dunham et al., 1988; Keller, 1997).* Auparavant, d'autres types de pièges ont été testés tels que les nasses et le pièges rectangulaires *(Olivier, 2002)*. La structure des nasses laissait la possibilité aux plus petits individus de s'en échapper. Les pièges rectangulaires, testés en 1999 à la Tour du Valat ont rapidement fait preuve d'inefficacité. Les choix s'est donc tourné vers les verveux, qui sont des pièges traditionnellement utilisés pour la pêche aux anguilles ou écrevisses dans le Midi *(Olivier et al., 2008).*

En règle générale, les types de piège utilisés visent un des comportements de l'individu étant cherché à être capturé. Les verveux permettent de capturer les individus lorsqu'ils se déplacent dans la masse d'eau et cherchent à s'alimenter *(Bosc et Peinado, 2009).* L'utilisation de ces pièges demande une importante attention car le risque de noyades des cistudes ou d'autres espèces est très important (serpents, oiseaux d'eau, ragondins…). C'est pourquoi il est primordial de laisser une partie du piège à la surface de l'eau pour limiter au maximum ces risques.

L'année 2019 est la première où l'efficacité de captures en fonctions du type de piège est étudiée à la Tour du Valat.

Globalement, on constate une efficacité nettement meilleure de la part des verveux doubles sur les deux principaux sites de capture. Le site de l'Esquineau présente également une efficacité largement au-dessus pour les verveux doubles par rapport aux simples. Sur les sites des Faïsses, nous constatons une efficacité pratiquement égale entre les deux types de pièges avec 0,75 pour les verveux simples et 0,73 pour les doubles.

Ces résultats peuvent laisser penser que la cistude d'Europe à une préférence pour un certain type d'habitat. En effet, le plus grand nombre de captures a été réalisé avec la mise en place de verveux doubles. Cela traduirait que les milieux principalement utilisés par cette espèce seraient donc les canaux et roubines, dans lesquels sont disposés ces pièges. Il s'agit de milieux à débit très lent avec une saliné souvent nulle et une présence de l'eau quasiment permanente *(Olivier, 2002)*. Ces critères sont essentiels au bien-être des cistudes. Pourtant, certaines roubines sont parfois exposées à de nombreux dérangements (bord de route) du fait de leur localisation mais cela ne semble finalement pas poser problème à leur présence dans ces milieux contrairement à ce que certains auteurs avaient constaté auparavant tels que Servan (2000) ou Gomez-Cantarino et Lizna (2000).
Les verveux simples qui sont principalement posés dans les marais semblent donc moins efficaces au vu des résultats obtenus pour l'années 2019, ce qui laisserait émettre l'hypothèse que les marais ne sont donc pas les milieux favorisés par les populations de cistudes de la Tour du Valat ou que la densité de pièges y est plus faible.

Pour obtenir plus de précision dans les résultats, il serait envisageable par la suite de calculer le nombre d'individus différents capturés par type de piège. La recapture de certains individus dans la même station de piégeage peut nuancer les résultats.

Conclusion

L'enjeu de conservation de la biodiversité repose sur la connaissance précise de l'écologie des espèces afin mettre en place des mesures de gestions favorables aux espèces concernées. La mise en place de suivis à long terme est un moyen couteux mais très efficace pour évaluer les tendances démographiques d'une ou plusieurs populations de même espèce.

Cette 23ème année de suivi sur la cistude d'Europe *Emys orbicularis* à la Tour du Valat a permis de compléter la base de données déjà existante (43 nouveaux individus marqués tous sites confondus) mais également d'enrichir et d'apporter de nouvelles connaissances grâce aux 623 captures réalisées. Aujourd'hui, plus de 1313 individus ont été marqués depuis 1997 grâce à ce programme sur le domaine de la Tour du Valat.

Cette année, les résultats obtenus au cours de la période de capture témoignent du bon état des noyaux de population occupant la Tour du Valat. On constate tout de même des différences au sein de la structure des populations de l'Esquineau et des Faïsses, mais également au niveau des conditions écologiques de ces deux sites. C'est pourquoi il est important d'adapté la pression de piégeage en prenant en compte les paramètres du milieu. C'est grâce à la mise en place d'un suivi à long terme qu'il est possible de protéger une espèce dans son environnement naturel, en comprenant son fonctionnement et ses besoins. En effet, les nombreux travaux menés sur la cistude depuis 1997 *(Olivier, 2002 ; Ficheux, 2013)* à la Tour du Valat ont permis la mise en place de nouvelles modalités de gestion pastorales et hydrauliques sur le site de l'Esquineau, qui abrite la plus grande population de cistudes sur le domaine. Ce nouveau plan de gestion établit en 2007 a été un facteur très important à prendre en compte pour la conservation des cistudes. Il a permis notamment un important recrutement de juvéniles. C'est pourquoi il semble aujourd'hui essentiel de perpétuer ce programme de suivi scientifique, dans le but de conserver au mieux l'espèce.

Des perspectives restent tout de même à envisager. Tout d'abord, il serait intéressant de comprendre les variations de sex-ratio au cours du temps et le sous-effectif de mâles par rapport aux femelles capturés. Enfin, le volet écotoxicologique doit se développer. Outre la recherche de polluants dans le plasma des tortues, les objectifs futurs sont la recherche d'éléments traces métalliques et de pesticides par exemple dans les griffes, fèces ou cellules sanguines. Ces résultats seraient ensuite à corréler avec l'âge des individus, leur coloration et leur comportement et permettraient une meilleure connaissance de l'impact des contaminants.

Bibliographie

Akins, C.D.; Ruder, C.D.; Price, S.J.; Harden, L.A.; Gibbons, J.W.; Dorcas, M.E. 2014. Factors affecting temperature variation and habitat use in free-ranging diamondback terrapins. *Journal of Thermal Biology* 44: 63–69.

Arsovski, D.; Olivier, A.; Bonnet, X.; Drilholle, S.; Tomović, L.; Béchet, A.; Golubović, A.; Besnard A. 2018. Covariates streamline age-specific early life survival estimates of two chelonian species. *Journal of Zoology* 306: 223–234.

Balázs, E.; Györffy, G. 2006. Investigation of the European pond turtle (*Emys orbicularis*, LINNAEUS, 1758) Population living in a backwater near the river Tisza, Southern Hungary . : 10.

Barthe L. 2012. Guide technique pour la conservation de la Cistude d'Europe en Mydi- Pyrénées. 1Prim, Montrabe, 83.

Bierry F. 2017. Demande d'autorisation de poursuite du programme de réintroduction de la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) sur la zone du Woerr à Lauterbourg pour la période 2018-2021. Communication poster, Saisine CSRPN. 28 décembre 2017, Strasbourg, France. : 4-37.

Biot, L. 2017. Synthèse des connaissances actuelles sur la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) et étude d'une pathologie de sa carapace. : 188.

Bosc, V.; Peinado, J. 2009. Etudes préliminaires de connaissances et de méthode de piégeage pour la capture de tortue exotique sur le site test dans la zone humide à l'embouchure du rizzanese. : 100.

Bozhansky, A.T. & Orlova, V.F. 1998. Conservation status of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) in European Russia. In : Fritz, U., Joger, U., Podloucky, R & Servan, J. (eds). Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96. Mertensiella, 10: 41-46.

Casteran, M. 2012. Suivi de la population de Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) dans la Réserve Naturelle Nationale des Dunes et Marais d'Hourtin (Gironde). : 31.

Chelazzi et al. 2007. Use of river-wetland habitats in a declining population of the terrapin (*Mauremys rivulata*) along the Strymon River, northern Greece.

Cheylan M. ; Olivier A . 2013 Encyclopédie de la Camargue - Les reptiles. In: *Encyclopédie de La Camargue*, Buchet-Chastel Edition : 80–81.

Cox, N.A.; Temple, H.J.; IUCN Red List Programme; IUCN Regional Office for Europe; IUCN Species Survival Commission; IUCN--The World Conservation Union; et al. 2009. European red list of reptiles. In: Cox, N.A.; Temple, H.J.; IUCN Red List Programme; IUCN Regional Office for Europe; IUCN Species Survival Commission; IUCN--The World Conservation Union; et al. (Eds.) IUCN ; Office for Official Publications of the European Communities, [Gland, Switzerland] : Luxembourg, 32p.

Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature. 2009. Les zones humides, des milieux naturels à protéger. (http://www.zones-humides.org/sites/default/files/dgaln_zones_humides_4_pages_web.pdf). Accessed on 01 Aug. 2019.

Dodd, C.K. 2016. Reptile Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. *Oxford University Press*, 491p.

Drobenkov, S.M. 2014. Current state, anthropogenic threats and conservationof the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Belarus. : 8.

Dunham A.E. ; Morin P.J. & Wilbur H.R. 1988. Methods for the study of reptiles populations. In : Gans C. & Huey R.B. (eds). Biology of the reptilia. Defense and life history. New-York. :16 : 331

Eau France. 2015. Zones Humides. (http://www.zones-humides.org/). Accessed on 01 Aug. 2019.

Ficetola, G.F. ; Padoa-Schioppa, E. ; Monti, A. ; Massa, R. ; DeBernardi F. ; Bottoni L. 2004. The importance of aquatic and terrestrial habitat for the European pond turtle (*Emys orbicularis*): Implications for conservation planning and management.

Ficetola G.F. ; Salvidio S. ; D'Angelo S. ; Bonardi A. ; Bottoni L. ; Canalis L. ; Crosetto S. ; Di Martino S, Ferri V. ; Filetto P. ; Genta P. ; Jesu R., Masin S. ; Mazzotti S. ; Ottonello D. ; Richard J. ; Sala L. ; Scali S. ; Tedaldi G. ; Vianello F. 2013. Conservation activities for European and Sicilian pond turtles *(Emys orbicularis* and *Emys trinacris*, respectively) in Italia. *Herpetology Notes* 6 : 127-133.

Ficheux, S. 2013. Dynamique et génétique des populations de cistude d'Europe *Emys orbicularis*. Thèse. Ecole doctorale Environnements, Santé, Dijon, France. : 166.

Ficheux, S.; Olivier, A.; Fay, R.; Crivelli, A.; Besnard, A.; Béchet, A. 2014. Rapid response of a long-lived species to improved water and grazing management: The case of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Camargue, France. *Journal for Nature Conservation* 22: 342–348.

Fleuriau R. ; Bosc V. 2013. Etude de la répartition de la Cistude d'Europe et de la Tortue à tempes rouges dans le département de la Corse du Sud. Conservatoire d'espaces naturels Corse, Ajaccio, 53.

Fuentes, T.; Olivier, A. 2016. Movement records of the European Pond Turtle *(Emys orbicularis)* in the Camargue (southern France).

Fretey J. 1975. Guide des Reptiles et batraciens de France. Ed. Hatier, Paris, 239.

Gibbons ; Scott; Ryan. 2000. The Global Decline of Reptiles, *Deja Vu Amphibians*. : 16.

Greenwood, P.J. 1980. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour* 28: 1140–1162.

INPN. . *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) - Cistude d'Europe. Inventaire National du Patrimoine Naturel. (https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/77381). Accessed on 30 Jul. 2019.

Keller, C. 1997. Ecología de poblaciones de *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis* en el Parque Nacional de Doñana. Universidad de Sevilla.

Lenk, P.; Fritz, U.; Joger, U.; Wink, M. 1999. Mitochondrial phylogeography of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758). *Molecular Ecology* 8: 1911–1922.

Mazanaeva L. ; Orlova V. 2004. Distribution and ecology of *Emys orbicularis* in Daghestan, Russia. Biologia, Bratislava 59 (14) : 47-53.

McIntyre, J.K.; Beauchamp, D.A. 2007. Age and trophic position dominate bioaccumulation of mercury and organochlorines in the food web of Lake Washington. *Science of The Total Environment* 372: 571–584.

Mitrus, S. 2000. Protection of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) in Poland. In: p.119–126.

Olivier, A. 2002. Ecologie, traits d'histoire de vie et conservation d'une population de cistude d'Europe *Emys orbicularis* en Camargue. Mémoire, Ecole pratique des hautes études, Paris, France.

Olivier, A.; Barbraud, C.; Rosecchi, E.; Germain, C.; Cheylan, M. 2010. Assessing spatial and temporal population dynamics of cryptic species: an example with the European pond turtle. *Ecological Applications* 20: 993–1004.

Olivier, A.; Pichard, A.; Filleux, M.; Arnaud, A.; Contournet, P.; Willm, L. 2008. Inventaires écologiques concernant des espèces de vertébrés de l'annexe 2 de la Directive « Habitats » liés à l'élaboration du DOCOB NATURA 2000 de la SIC FR 9301592 « Camargue » Amphibiens, reptiles et mammifères. : 64.

Ottonello D. ; Salvidio S. ; Rosecchi E. 2005. Feeding habits of the European pond terrapin *Emys orbicularis* in Camargue (Rhône delta, Southern France). *Amphibia-Reptilia* 26: 562-565.

Puig, M. 2011. Etude des comportements de ponte de la Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, suite à sa réintroduction dans la Réserve naturelle nationale de l'Estagnol (Hérault, France) et préconisations pour une meilleure gestion. Rapport Master 2 : 96.

Rimblot, F. 1983. Influence de la temperature sur la differenciation sexuelle des gonades chez la tortue luth (*Dermochelys coriace A*) ; etude en incubation artificielle et naturelle. : 7.

Rovero, F.; Chelazzi, G. 2010. Nesting migrations in a population of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) (Chelonia Emydidae) from central Italy. *Ethology Ecology & Evolution* July 1996: 297–304.

Sommer, R.; Lindqvist, C.; Persson, A.; Bringsøe, H.; Rhodin, A.; Schneeweiß, N.; Siroký P.; Bachmann L.; Fritz U. 2009. Unexpected early extinction of the European pond turtle *(Emys orbicularis)* in Sweden and climatic impact on its Holocene range. *Molecular ecology* 18: 1252–1262.

Thienpont S. 2011. L'essentiel du plan national d'actions, Agir pour la Cistude d'Europe. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, La Défense, 19.

Valo, M. 2010. La charte d'éthique et de déontologie du groupe Le Monde. *Le Monde.fr*.

Résumé

La cistude d'Europe *(Emys orbicularis)* est une tortue d'eau douce, emblématique des zones humides. Elle figure parmi les espèces de reptiles les plus menacées du continent européen. Voyant son aire de répartition se réduire depuis des dizaines d'années, elle est donc intégralement protégée depuis 1979 en France. Depuis 1997, la Tour du Valat, institut de recherche engagée pour la protection des zones humides, œuvre pour sa conservation et réalise un suivi à long terme sur cette espèce grâce à la méthode de Capture Marquage Recapture (CMR). Cette technique permet d'évaluer l'évolution démographique d'une espèce au cours du temps. Ainsi, deux sites de captures ont été sélectionnés au sein de la Réserve Naturelle Régionale de la Tour du Valat pour cette étude : l'Esquineau et les Faïsses. Cette année, la période de capture s'est déroulé pendant 3 mois et a permis d'enrichir la base de données existante grâce à la capture de 238 individus et au marquage de 43 nouveaux individus. L'objectif principal de cette année d'étude est d'évaluer les tendances démographiques de l'espèce ainsi que de comparer dans le temps la structure des différents noyaux de population présents sur le domaine de la Tour du Valat en utilisant certains paramètres (sex-ratio, âge-ratio, dispersion…) et enfin d'analyser l'efficacité les types de piège utilisés. Les résultats obtenus pour l'année 2019 témoignent du bon état des noyaux de populations étudié sur ces sites et ce notamment depuis la mise en place de nouvelles modalités de gestion pastorales et hydrauliques à l'Esquineau depuis 2007. L'efficacité du verveux double s'est avérée meilleure que le verveux simple pour cette année. Cependant, cette partie de l'étude doit être réévaluer au cours des prochaines années pour permettre de confirmer ou non ce résultat. Enfin, la cistude pourrait constituer une excellente espèce sentinelle pour mesurer l'impact de la contamination des zones humides, c'est pourquoi un volet s'est rajouté au programme de suivi. L'analyse en cours de données récoltées durant les deux dernières années permettra de mesurer l'intensité de la contamination et son impact sur cette espèce.

Mots-clés : Cistude d'Europe *(Emys orbicularis)*, zone humides, Capture Marquage Recapture (CMR), pastorales, hydrauliques.

Abstract

The European pond turtle *(Emys orbicularis)* is a freshwater turtle, emblematic of wetlands. The speciesfigures among the most endangered reptiles across Europe. Upon seeing its distribution reduce for decades, it has been fully protected since 1979 in France. Since 1997, Tour du Valat research institute for the conservation of mediterranean wetlands, works for its conservation and carries out a long term follow-up on the species thanks to the Capture Mark Recapture method. This technique allows an evaluation of the demographic development of a species over time. Thus, two capture sites have been selected in Natural and regional reserve of Tour du Valat for the study : l'Esquineau and les Faïsses. This year, the capture period took place during 3 months and enabled the augmenting of the Europeane pond turtle databases with 238 turtles catched and 41 marked. The main objective of this year is to evaluate the demographical tendencies of the species, as well as comparing the structure of the clusters of population living on the estate of la Tour du Valat with some settings (sex-ratio, age-ratio, dispersion…), and finally to analyse the effectiveness of th traps used. The outcome of the year 2019 reflect the good shape of the clusters of population studied on these sites, particularly in the Esquineau since 2007. The efficiency of the double fyke net turned out to be better than the simple fyke net this year. However, this part of the study needs to be revaluated over the next years in order to confirm or not the result. Finally, the European pond turtle seems to be a great model for measure the impact of wetland contamination, that is why a section has been added in the follow-up program. The ongoing analysis of the data collected during the last two years will allow to measure the intensity of the contamination and its impact on this species.

Key words : European pond turtle *(Emys orbicularis),* wetlands, Capture Mark Recapture.