Rapport de stage de Licence professionnelle

Étude et Développement des Espaces Naturels

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



Femelle de Cistude d'Europe (Emys orbicularis) marquée en 1976 à l'âge adulte. Recapturée le 20-06-2021. Tour du Valat_ Marais de l'Esquineau_ Photo_ Arthur de France©

Arthur de France

Stage effectué du 19 avril au 27 août 2020 à la Tour du Valat

Encadré par Anthony OLIVIER - Garde-technicien à la Réserve Naturelle Régionale de la Tour du Valat

Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier, département Biologie-Ecologie

Responsable de licence : Eric IMBERT

Module HLBE613

Remerciements

Je tiens à remercier en premiers lieux mon maître de stage Antony OLIVIER qui m'a permis de réaliser ce stage à la Tour du Valat et a su parfaitement m'accompagner et m'aiguillier au fur et à mesure des missions qui m'ont été confiées. Merci pour sa gentillesse et sa pédagogie.

Il m'aura aussi permis de m'investir dans d'autres suivis et missions et m'aura laissé gérer mon temps pour pouvoir participer aux baguages, comptages et sessions terrains divers, au cours desquelles j'ai pu rencontrer des personnes qui m'ont beaucoup appris et transmis. Je les remercie toutes. Je remercie également tout le personnel de la Tour du Valat pour son accueil son aide et sa bienveillance. J'ai pu partager de superbes sessions terrains avec eux, mais aussi de nombreuses discussions et moments amicaux.

Merci à Arnaud Charbonnier pour ses excellents repas tout au long du stage et à Roger Kaslin pour avoir entretenu ma voiture de fonction, le fameux pick-up cistudes.

Merci à toutes les personnes qui ont séjourné avec moi à la cave et à l'école et qui m'ont presque toutes accompagnées une fois au moins aux cistudes. Ce fut un plaisir de leur faire découvrir le suivi, les marais et les roubines avec les secrets qu'ils renferment. Merci notamment pour l'aide des courageuses personnes qui se sont risquées à m'accompagner le vendredi.

Merci à Yvan Foucault, stagiaire M2 en écotoxicologie qui m'a accompagné durant deux semaines consécutives sur le terrain. Ce fut une rencontre très enrichissante pour nous deux.

Je remercie les tortues cistudes. Sans elles rien n'aurait été possible ! Ce fut passionnant de les capturer, les manipuler, les relâcher et les étudier. Cet animal, source de nombreuses questions scientifiques, est tout simplement magnifique.

Pour finir, je remercie la Camargue et sa biodiversité qui ont tant à offrir. Durant cette année à Montpellier et particulièrement en stage, j'ai pu voir de nombreuses espèces, recherchées ou bien croisées par hasard. Ce fut à chaque fois un moment magique.

Résumé

La tortue Cistude d'Europe, *Emys orbicularis* est une espèce de tortue d'eau douce, qui est menacée en Europe selon l'UICN.

En Camargue, la Tour du Valat, institut de recherche privé pour la conservation des zones humides méditerranéennes suit et capture ces animaux depuis 1976. La Tour du Valat a mis en place depuis 1997 un suivi pérenne par Capture Marquage Recapture (CMR).

Ce suivi par CMR mis en place à la Tour du Valat depuis 1997 permet une étude démographique à long terme de la population comprenant entre autres l'étude de la dispersion et des proportions de mâles et de femelles. Ce suivi permet aussi de mesurer les polluant présents dans le plasma des cistudes de différents environnements camarguais afin d'estimer leurs impacts. Il est aussi mené des recherches sur le type de bactéries altérants les carapaces de ces animaux ou encore les communautés d'algues présentes sur ces mêmes carapaces .

Cette 25ème année consécutive de CMR a permis de poursuivre le suivi démographique à long terme. Dans le même temps, nous avons approfondisses recherches éco toxicologiques, en capturant des individus d'une population située en dehors de la tour du Valat afin de comparer les résultats entre des milieux agricoles et les milieux protégés. Ainsi que de pouvoir suivre la dispersion et les potentiels résultats différents des noyaux de populations de la tour du Valat.

Il est à noter que les deux semaines de captures à Grand Badons qui ne sont pas sur le domaine de la Tour du Valat, ne sont pas traitées dans ce rapport. Je pense que comparer les vingt – cinq ans de données de CMR avec ces deux semaines n'est pas judicieux. Je le ferai néanmoins lors de l'oral.

Les résultats globaux de cette 25ème année de CMR apparaissent pour la plupart dans la continuité des précédents. Et ceux malgré moins de piégeage sur certains sites par rapport aux autres années. On observe tout de même des résultats toujours très différents entre les sites. Cela étant liés à des différences de biotope, particulièrement des réseaux hydrographiques, mais également de phénomène de saturation d'individus sur des sites et dispersions.

Table des matières

I. Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**
I.1. Structure d'accueil 1
I.2. Ecologie de la Cistude d'Europe 2
I.3. Répartition et aire d'étude 3
II. Matériel de capture et méthode de piégeage 3
II.1. Mesures biométriques 4
III. Résultats globaux 5
III.1.Pression de piégeage 5
III.2. Nouvelles captures 6
III.3. Sexe-ratio 6
III.5. Âge-ratio 6
III.6. Dispersion 7
IV. Discussion 7
V. Conclusion 10

Bibiographie

Liste des abréviations utilisées :

- IUCN : *Union Internationale pour la Conservation de la Nature*
- CMR : Capture Marque Recapture
- RNR : Réserve Naturelle Régionale
- PNA : Plan Nationale d'Action
- LAC : Ligne d'Accroissement

Liste des mots clefs :

Capture Marquage Recapture, Cistude d'Europe, Dispersion, Age-ratio, Sexe-ratio

Table des figures et tableaux

Page : Figure 1 : Localisation des principaux espaces protégés en Camargue .

Page : Figure 2 : Dimorphisme sexuel chez la tortue Cistude en Camargue.

Page : Figure 3 : Tortue Cistude juvénile.

Page : Figure 4 : Lecture des LAC.

Page : Figure 5 : Aire de répartition mondiale de la tortue Cistude d'Europe.

Page : Figure 6 : Répartition de la tortue Cistude d'Europe en France.

Page : Figure 7 : Localisation des sites de captures et des emplacements de pièges.

Page : Figure 8 : Verveux simple à gauche et double à droite.

Page : Figure 9 : Schéma verveux double rabats.

Page : Figure 10 : Exemple marquage individu 651.

Page : Figure 11 : Différents stades de 1 à 4, de gauche à droite.

Page : Figure 12 : Extrait de la première page de l'arrêté préfectoral N°13-2020-096 .

Page : Figure 13 : Feuille de biométrie.

Page : Figure 14 : Evolution du nombre de tortues Cistudes capturées et du total de captures de 1997 à 2021.

Page : Figure 15 : Evolution de la pression de piégeage sur les différents sites de captures de 1997 à 2021.

Page : Tableau 16 : Bilan synthétique de la session de captures 2021.

Page : Figure 17 : Nombre brut de captures cumulé depuis 1997.

Page : Figure 18 : Nombre de captures et d'individus capturés pour le site de l'Esquineau.

Page : Figure 19 : Nombre de captures et d'individus capturés pour le site des Faïsses.

Page : Figure 20 : Evolution du nombre d'immatures nouvellement marqués sur les deux sites depuis 1997.

Page : Figure 21 : Evolution du nombre total d'individus nouvellement marqués sur les 2sites depuis 1997.

Page : Tableau 22 : Tableau synthétique des valeurs de Sexe-ratio 2021.

Page : Figure 23 : Evolution comparée du Sexe-ratio sur les deux sites depuis 1997.

Page : Figure 24 : Evolution du nombre de mâles et de femelles sur le site des Faïsses.

Page : Figure 25 : Evolution du nombre de mâles et de femelles sur le site de l'Esquineau.

Page : Figure 26 : Evolution de l'Âge-ratio 1997 à 2021 et du nombre d'individus capturés pour le site de l'Esquineau.

Page : Figure 27 : Evolution de l'Âge-ratio 1997 à 2021 et du nombre d'individus capturés pour le site des Faïsses.

Page : Figure 28 : Fiche de l'historique de vie du mâle 508.

I. Introduction

En 2013, plus de 200 spécialistes coordonnés par la « Zoological Society of London » et l'UICN ont évalué l'état de conservation des reptiles à l'échelle mondiale (BÖHM, et al. 2013).. C'est la première fois qu'un tel travail de synthèse était réalisé. Parue dans la revue « Biological Conservation », l'étude conclue qu'à l'échelle mondial 19 % des reptiles sont menacés d'extinction, et que ce risque d'extinction n'est pas uniformément réparti. Les tortues d'eau douce sont les plus menacées du fait de leur exigence en termes d'écosystème et de conditions abiotiques, 60% des espèces encore présentes considérées en péril.

La principale cause de diminution de la population de la tortue Cistude d'Europe, en Camargue comme ailleurs, provient de la raréfaction et de la dégradation de ses habitats aquatiques et terrestres. En Camargue, plus des deux tiers des marais et des roselières ont disparu durant les dernières décades, principalement transformés en terres agricoles défavorables aux tortues Cistudes. Plus de la moitié des pelouses favorables aux pontes ont également disparu durant la même période. (GAUTHIER-CLERC et al. 2011)On peut également citer comme autres menaces: la mortalité due aux engins de pêche (noyade dans les filets, ingestion d'hameçons), la pollution des eaux, le prélèvement direct, la mortalité routière et la compétition avec les espèces exotiques envahissantes comme la tortue de Floride (*Trachemys scripta*).

La Camargue (Figure 1), zone humide de 150 000 hectares, abrite de nombreuses espèces animales et végétales dont les tortues Cistudes. Depuis 1997, la Tour du Valat, au sein de sa réserve naturelle régionale, réalise un protocole de Capture Marquage Recapture sur cette espèce. Cela permet de mesurer et de suivre les paramètres démographiques clés (âge-ratio, Sexe-ratio, survie, recrutement dispersion, croissance, âge à la première reproduction) de cette population sur le long terme, ainsi que les effets des changements locaux (mode de gestion, qualité de l'eau) ou globaux (changements climatiques).

Mon stage a consisté à réaliser la 25ème campagne de Capture Marquage Recapture de ce suivi à long terme, et d'analyser les données récoltées. J'ai aussi participé à la l'échantillonnage d'une population située sur un domaine privé dans le cadre des études écotoxicologiques menées par la Tour du Valat et ses partenaires (CEBC-CNRS, EPHE). J'ai aussi pu réactualiser des éléments utiles au protocole de CMR. Les chiffres et données de ce rapport correspondent aux données de la saison de terrain 2021, a l'exception des deux dernières semaines de juillet (afin de privilégier, l'analyse des données et le rendu de ce rapport).

I.1. Structure d'accueil

La fondation Tour du Valat est un institut de recherche privé fondé en 1954 par Luc Hoffmann, ornithologue, biologiste et naturaliste suisse. À l'origine, le site de la Tour de Valat était uniquement consacré à l'étude des populations d'oiseaux et à leur migration, mais aujourd'hui cette fondation a pour objectif de préserver, restaurer et étudier le fonctionnement des zones humides méditerranéennes. La Tour du Valat a obtenu en 1978 le statut de fondation d'utilité publique à but non lucratif. Le domaine de la Tour du Valat, acheté au fil du temps par Luc Hoffmann, est actuellement d'une superficie de 2 649 hectares dont 1 845 sont classés en Réserve Naturelle Régionale (RNR) depuis 2008. Certaines parties du site sont dédiées aux activités anthropiques (culture, pâturage, chasse), elles ne sont donc de ce fait, pas classées en RNR

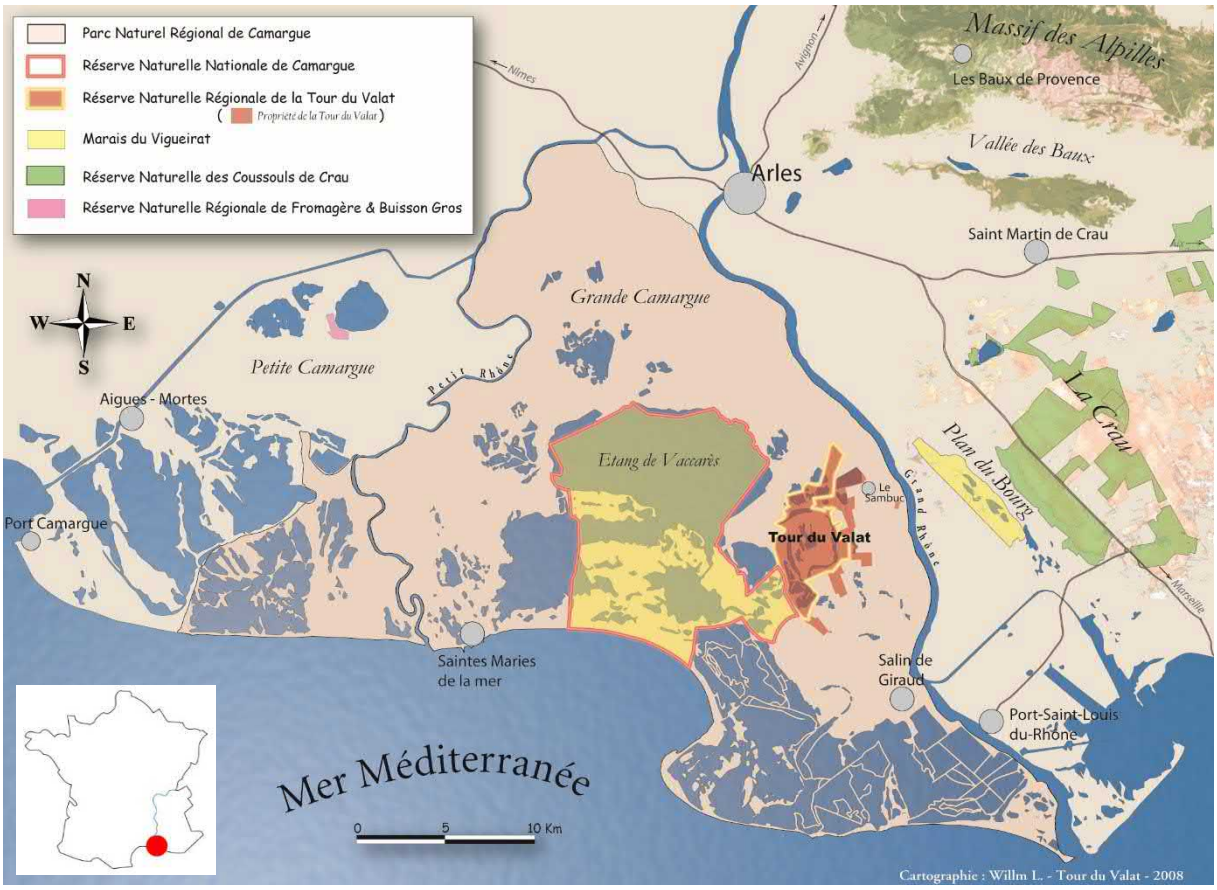


Figure 1: Localisation des principaux espaces protégés en Camargue(Willm.L, 2008, modifié par Arthur.de.France, 2021)



Figure 2 : Dimorphisme sexuel chez la tortue Cistude en Camargue (mâle en bas et femelle en haut- © Arthur de France, 2021

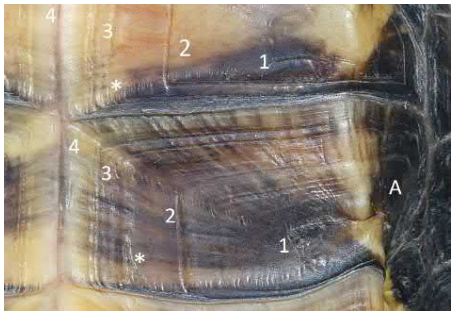


Figure 3 Cistude juvénile – © Arthur de France, 2021



Figure 4 Lecture des LAC– © Arthur de France, 2021





Le budget annuel de la Tour du Valat s'élève à environ 5,6 millions d'euros, dont 65 % financent le programme scientifique. De par sa taille, sa maitrise foncière, et sa position géographique en Camargue, la Tour du Valat joue un rôle majeur dans la conservation des habitats méditerranées. La Tour du Valat est également garante de valeurs importantes dans ses recherches scientifiques et dans sa gestion.

I.2. Ecologie de la Cistude d'Europe

La tortue Cistude d'Europe est une espèce de tortue d'eau douce. Elle appartient à la classe plus récente des chéloniens : les Emydidae (apparue il y a 40 millions d'années). (HONNEGER, 1978; CORBETT, 1989; PODOUCKY, 1997) Elle se caractérise par une carapace bombée dite hydrodynamique (qui empêche l'eau d'être un frein sur cette partie dure de l'animal) et un corps de couleur sombre maculé de taches jaunes (d'où l'origine du nom latin de l'espèce) (Figure 2). Ainsi elle est une excellente nageuse et ne sort de l'eau que pour respirer, thermoréguler, pondre ou pour migrer. Au niveau international, l'espèce est inscrite à l'annexe II (espèce de faune strictement protégée) de la Convention de « la vie sauvage et du milieu naturel » de l'Europe (Berne 1979). Au niveau européen, la tortue Cistude d'Europe est inscrite aux annexes II (espèce d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation) et IV (espèce d'intérêt communautaire qui nécessite une protection stricte) de la Directive européenne 92/43/CEE, « Habitats-Faune et Flore » du 21/05/1992. (PNA CISTUDE-2020).

Sa longueur de carapace varie globalement entre 10 et 20 cm et son poids entre 200 g et 1,2 Kg. (SNIESHKUS, 1998). La différenciation entre le mâle et la femelle se fait facilement à l'âge adulte. Le mâle a une queue plus courte et trapue que la femelle. On peut également noter la différence de couleur de l'iris : jaune pour les femelles et rougeâtre à orange pour les males. Le plastron est incurvé chez le mâle et plat chez la femelle (Figure 2) (OLIVIER 2002). On peut aussi mentionner le dimorphisme de taille et de poids qui varie selon le lieu et l'individu, mais globalement les femelles sont plus grandes et plus lourdes que les mâles (MIGNET et all. 2021). Elle peut vivre entre 50 et 80 ans voir plus en captivité (GENIEZ & CHEYLAN 1987).

Cette espèce assez opportuniste dans son alimentation est essentiellement carnivore. Elle se nourrit d'animaux vivants ou morts comme des poissons, des insectes aquatiques, des gastéropodes, ou encore des tritons. En Camargue, l'écrevisse de Louisiane (Procambarus clarkii) est l'une des espèces les plus consommées par la tortue Cistude (OTTONELLO et. all. 2005).

Les accouplements ont lieu principalement au printemps. La femelle pond entre 6 et 13 œufs dans des milieux secs à proximité de l'eau. En Camargue, elle peut réaliser jusqu'à 3 pontes étalées sur 3 mois (OLIVIER 2002). Une importante prédation peut s'exercer sur les pontes. Les œufs n'éclosent qu'à l'automne, entre septembre et octobre. (Figure 3). Dès leur sortie du nid, les jeunes ne rejoignent pas forcément le milieu aquatique le plus proche et peuvent rester sur place plusieurs jours (BEAU, 2020). Les trajets des jeunes sont risqués car il existe de nombreux prédateurs potentiels (carnivores, corvidés, ardéidés…). Le sexe des nouveau-nés est en partie déterminé par la température durant l'incubation. On parle de thermo-sensibilité : si la température est inférieure à 28°C des mâles vont éclore. Si la température est supérieure à 28°C, ce seront des femelles. (PIEAU, 1972) . La maturité sexuelle chez cette espèce est tardive et intervient entre 15 à 20 ans dans le nord de son aire de répartition et entre 6 à 12 ans dans les secteurs méridionaux. (KELLER, 1997).

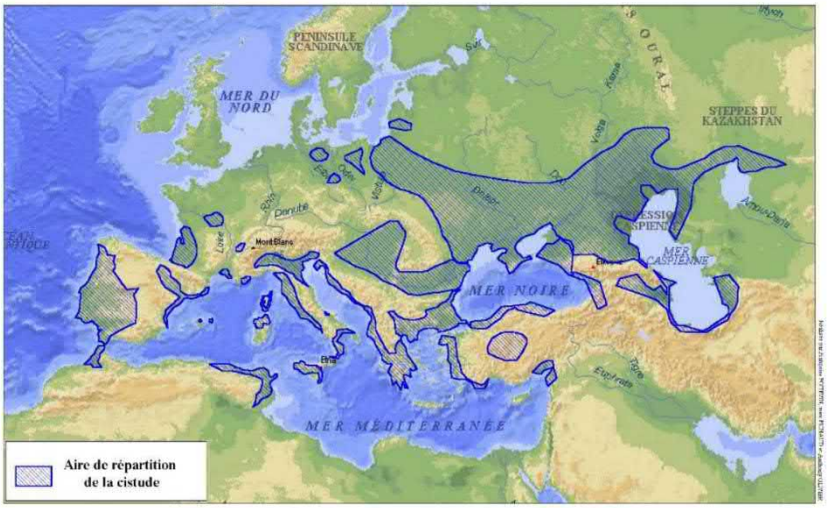


Figure 5 Aire de répartition mondiale de la tortue Cistude d'Europe - Olivier,A-2002

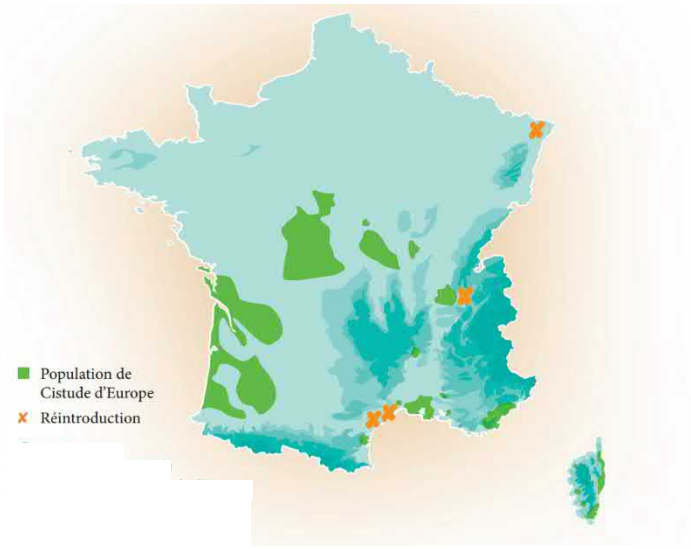


Figure 6 Répartition de la tortue Cistude d'Europe en France - Priol - 2009

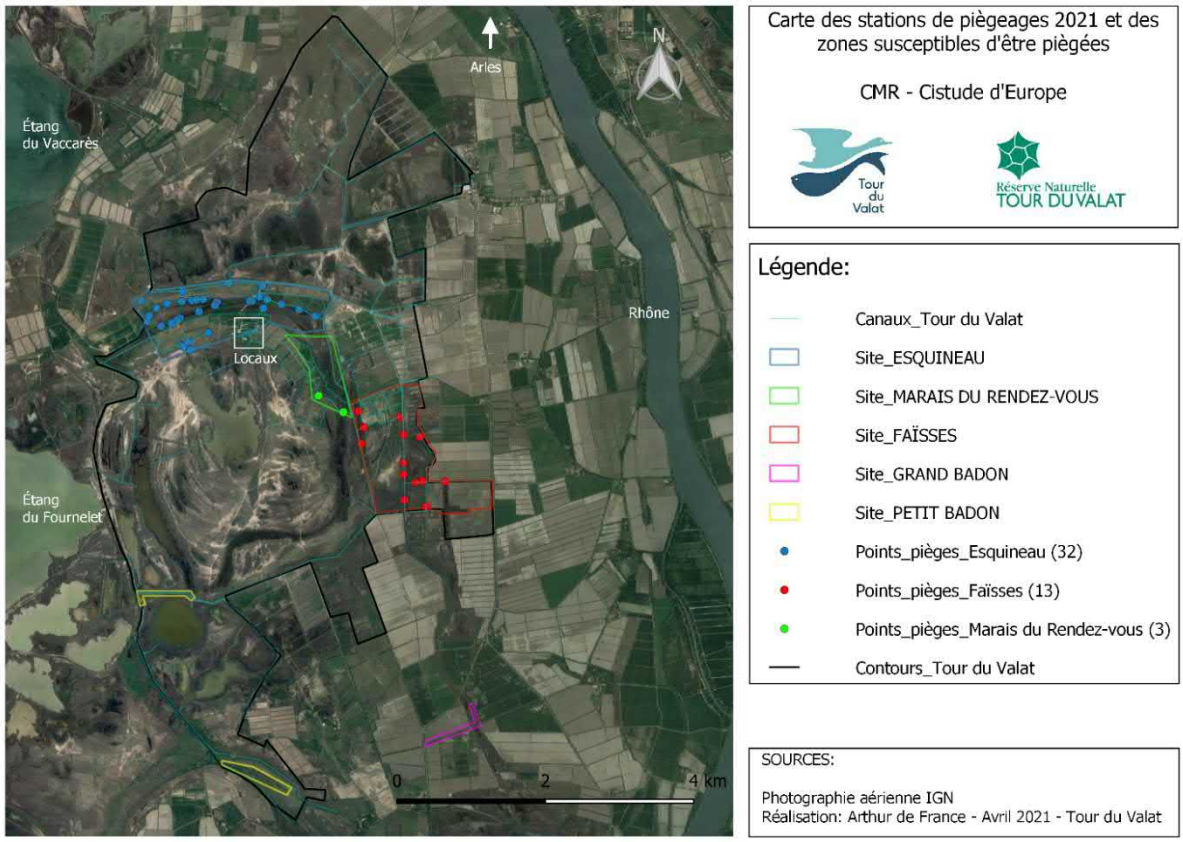


Figure 7 Localisation des sites de capture et des emplacements de pièges – 08-2021 – Arthur de France

I.3. Répartition et aire d'étude

L'aire de répartition de la tortue Cistude d'Europe est relativement vaste. Elle va du Maghreb au Sud jusqu'au Portugal à l'Ouest, à la Lituanie au Nord, et à la mer d'Aral à l'Est (Figure 5). En Europe, elle a totalement disparu de la Suisse (où elle a été réintroduite), du Danemark, de la Belgique, des Pays Bas et des pays scandinaves (BARTHE, 2012). Elle possède une distribution très fragmentée en France comme le montre la figure ci-dessous (Figure 6).

12 régions de France étaient occupées par des populations de tortues Cistudes en 2013 (FLEURIAU et BOSC, 2013) et 8 d'entre elles déclinent le PNA. Malgré sa vaste aire de répartition, l'espèce est menacée par la fragmentation et la perte de ses habitats.

Certaines populations sont en forte régression et des opérations de réintroduction sont en cours dans le Bas-Rhin ou dans le Languedoc (BIERRY, 2017 ;TANKOVIC et, al. 2018). La population de Camargue joue un rôle essentiel dans la pérennité de l'espèce en France du fait de la persistance d'une importante population (OLIVIER et al. 2008).

Au commencement de l'étude en 1997 sur le domaine de la Tour du Valat, des éléments basiques comme sa distribution ou la taille de sa population étaient totalement inconnus. Les prospections menées alors ont rapidement permis de mettre en évidence trois noyaux de populations, dont ceux de l'Esquineau et des Faïsses . Ces deux sites ont été alors choisis pour mettre en place le suivi par CMR (OLIVIER, 2002):

- Le premier site site est celui du marais de l'Esquineau (Figure 7) il couvre une superficie de 125 hectares avec la présence d'une mosaïque favorables à la tortue Cistude : un marais semi permanant de 12 hectares, 8 km de canaux d'irrigation, et une pelouse sèche de 27 hectares. Cette dernière constitue un milieu très favorable pour la ponte des tortues.

- Le second site des Faïsses (Figure 7) est d'une superficie d'environ 100 hectares, dont 3 km de roubines (Une roubine est un petit canal d'irrigation ou d'assainissement, désigné ainsi dans le Sud-Est de la France) deux marais semi-permanents de petites superficies, et d'une pelouse sèche de 30 hectares.

D'autres noyaux de populations comme celui du petit Badons ou du Rendez-vous peuvent parfois être échantillonnés en fonction des besoins. En effet, certaines études nécessitent un effort d'échantillonnage plus important. Ainsi des travaux antérieurs ont portés sur la survie adulte (OLIVIER et al. 2010), et juvéniles (Arsovski et al. 2018) ainsi que sur les communautés d'algues épizoïques vivant sur les carapaces de celles - ci (FAYOLLE et al. 2016 ; VASSAL et al. 2021 ; ROUBEIX et al. 2021). Des études sont actuellement en cours pour mesurer l'impact des produits phytosanitaires sur les tortues Cistudes (BURKART et al. 2021).

II. Matériel de capture et méthode de piégeage

Le système de piégeage actuellement utilisé (les verveux) a été mis au point par A. Olivier (2002) durant les premières années d'études. En Camargue, les verveux se sont avérés la méthode la plus efficace pour capturer les tortues Cistudes. Ces filets, initialement utilisés pour la pêche des anguilles (*Anguilla anguilla*), sont composés de deux chambres et d'une ou deux ailes. On se sert des verveux dits simples (avec une aile centrale) dans les marais afin de les tendre de manière perpendiculaire aux berges (Figure 8). Les verveux dits doubles disposent de deux ailes munies de flotteurs qui permettent d'obstruer totalement les canaux. (Figure 9). Les pièges sont posés de début mai à fin juillet.





Figure 8 Verveux simple à gauche et double à droite – © Arthur de France, 2021

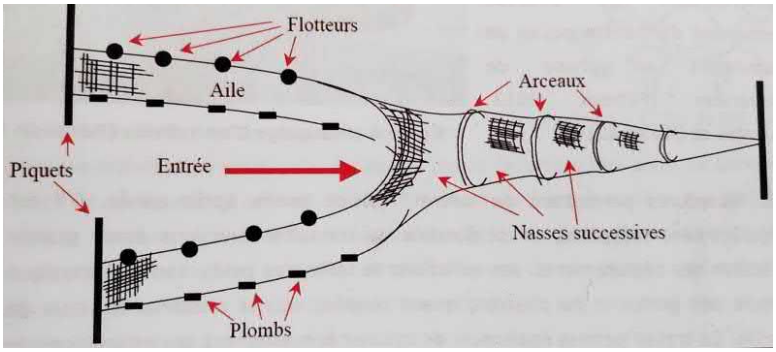


Figure 9 Schéma verveux double rabats (Millair 2006)

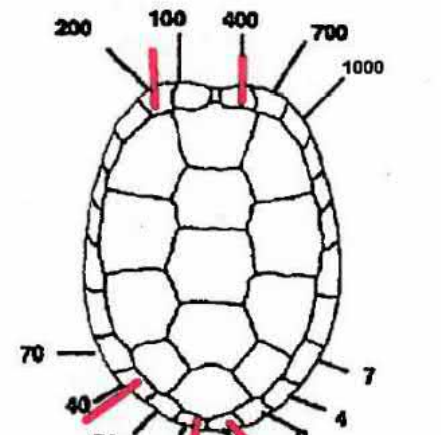


Figure 10 Exemple marquage individu 651

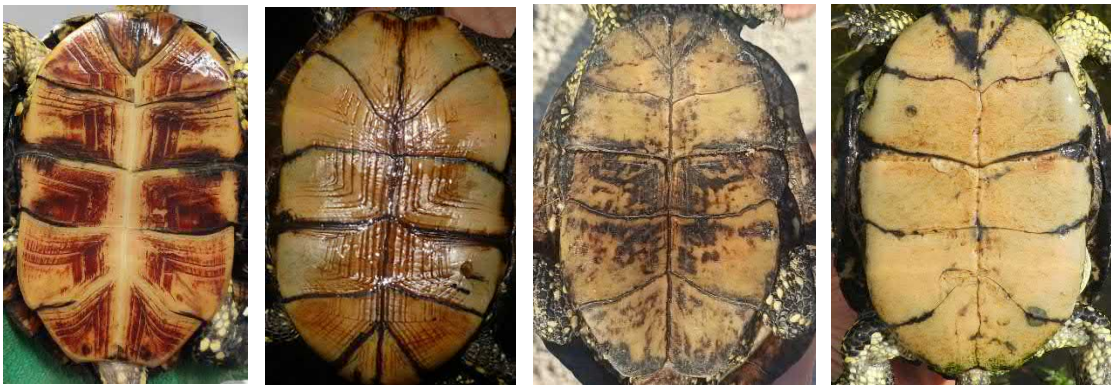


Figure 11 Différents stades de 1à 4, de gauche à droite -© Arthur de France, 2021

Pendant cette période, des tortues sont également fréquemment capturées à la main (soit dans les marais, soit lorsqu'elles traversent des routes ou des chemins). Au total cinquante-quatre stations de captures sont disposées sur le domaine.

Lorsque la tortue rentre dans la première chambre, une entrée en entonnoir l'empêche de ressortir. Pour éviter les noyades, les parties supérieures des chambres sont émergées. Les tortues sont également attirées dans les pièges par des proies potentielles comme l'écrevisse de Louisiane (Procambarus clarkii), des poissons, des grenouilles vertes (Pelophylax sp), des macro invertébrés…. Ce système de piégeage est très efficace et ne présente pas de risque notable pour les tortues Cistudes, si ce n'est les ragondins qui peuvent entrainer au fond de l'eau les filets, mais ceux-ci sont relevés quotidiennement.

II.1. Mesures biométriques

Le marquage des tortues a débuté en 1976 à la Tour du Valat. Entre 1976 et 1996, 76 tortues ont été marquées dont certaines ont de nouveau été capturées cette année (cf. page de couverture). Le suivi scientifique de cette espèce a véritablement été lancé en 1997. Le marquage pratiqué est un point essentiel qui permet d'identifier individuellement chaque individu et in fine de calculer entre autre les paramètres démographiques et les déplacements. Il s'effectue sur les écailles marginales de la dossière des tortues selon un codage. (Voir Figure 10). Cette méthode mise au point par CAGLE en 1939 a permis le marquage de plus de 1 500 individus dans cette population (lien vers la news mise en ligne par la Tour du Valat). Ce type de marquage est dit « non invasif » car il est considéré comme peu perturbant pour les individus. Les carapaces des tortues étant faites de kératine, il est simple de les marquer en réalisant de petites incisions à l'aide d'une scie à métaux. Seuls les jeunes individus de première année pesant moins de 40 g ne sont pas marqués.

Lors de chaque capture, l'individu bénéficie d'une fiche biométrique (Figure 13) détaillée remise à jour cette année par mes soins (elle n'avait pas été améliorée depuis 2003). Chaque indication est ensuite enregistrée dans une base de données ACCESS. Y sont renseignés : numéro de l'individu, date de capture, observateur, sites, station, méthode de capture…

Plusieurs mesures biométriques sont prises au pied à coulisse et à l'aide d'une balance électronique de précision. Toutes les anomalies sont également notifiées, comme des griffes manquantes ou des irrégularités d'écaillures sur la dossière, et les défauts sont dessinés sur les schémas. Chez les individus en croissance, l'année de naissance peut être calculée grâce au dénombrement des Lignes d'Arrêt de Croissance (ARSOVSKI et al. 2018). Entre chaque période de croissance annuelle, une LAC apparaît. Le stade d'usure correspond à la lisibilité des LAC. Il existe quatre stades (Figure 11) :

-Stade 1 : La tortue est encore en croissance (juvéniles et immatures). La ligne horizontale d'accroissement au centre du plastron est encore claire et les LAC toutes visibles.
-Stade 2 : Toutes les LAC de croissance sont visibles mais la croissance est terminée. Il s'agit d'un jeune individu adulte dont la croissance est terminée. -
-Stade 3 : Les LAC sont partiellement effacées. C'est le stade qui correspond à l'âge d'adulte.
-Stade 4 : Les LAC ne sont plus du tout visibles et le plastron est totalement lisse. C'est le stade qui correspond aux individus les plus âgés.

Sur les individus de stade 1, il possible de déterminer l'âge de l'individu en comptant sur les écailles du plastron le nombre de stries de croissance sur les écailles du plastron en se basant sur l'écaille centrale notée X (Figure 4).

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DES BOUCHES-DU-RHÔNE
SERVICE MER, EAU ET ENVIRONNEMENT
PÔLE NATURE ET TERRITOIRES
RAA de la Préfecture des Bouches-du-Rhône
N°13-2020-096 du 1er avril 2020

Arrêté préfectoral n°13-2020-03-27-007 portant autorisation dérogatoire à l'article L.411-1, au titre de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement, au bénéfice de la Fondation Tour du Valat, pour procéder à des fins scientifiques à la capture, au transport, au prélèvement de matériel biologique, au marquage et au relâcher sur site de spécimens de l'espèce Cistude d'Europe *(Emys Orbicularis)*, au cours des années 2020 et 2021.

Le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur
Préfet de la zone de défense et de sécurité sud,
Préfet des Bouches-du-Rhône,

Figure 12 Partie de la première page de l'arrêté préfectoral N°13-2020-096 du 1er Avril 2020

Réserve Naturelle TOUR DU VALAT

CISTUDE TdV – Fiche de biométrie

Tour du Valat

Numéro :
Date :
Site :
Observateur :
Station :
Engin :

Sexe : **Féconde (O/N) :**
Couleur de l'iris : **Masse (g) :**
Longueur dos droite : **Largeur dos droite :**
Longueur plastron : **Largeur plastron :**
Hauteur plastron : **Longueur écaille ventrale (x) :**
Âge : **Stade d'usure :**
Année de naissance :

Prélèvements sanguins : oui ☐ | Vaucheria : oui ☐

Queue coupée: oui ☐ |Borgne: gauche ☐ droit ☐ |Anomalie d'écaillure: oui ☐

Dossière abimée : Faiblement ☐ - Gravement ☐

Plastron abimé : Faiblement ☐ - Gravement ☐

Nombre de griffe manquante :

Antérieure gauche	Antérieure droite
Postérieure gauche	Postérieure droite

Observations : **LAC :**

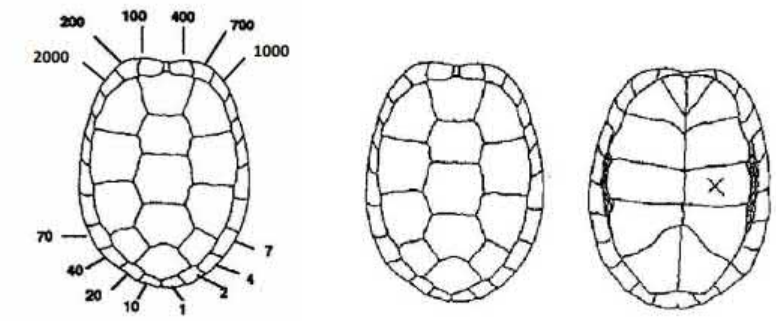


Figure 13 Feuille de biométrie

Pour toutes les captures et manipulations sur cette espèce protégée au niveau national, la Tour du Valat bénéficie d'une autorisation sous forme d'un d'arrêté préfectoral (n°13-2020-03-27-007) portant l'autorisation dérogatoire à l'article L.411-1 du code de l'environnement. Cette autorisation a permis à des fins scientifiques de procéder au cours des années 2020 / 2021 : à la capture, au transport, au prélèvement de matériel biologique, au marquage et au relâché sur site de spécimens de l'espèce (*Emys orbicularis*), (Figure 12).

Après les prises de mesures, les tortues Cistudes sont relâchées dans l'après-midi à l'endroit où elles ont été capturées le matin. Celles déjà capturées dans l'année sont aussitôt relâchées sur place. Les données sont enregistrées dans une base de données ACCESS dédiée à ce suivi. Les données obtenues permettent de mesurer la dispersion (FUENTES et OLIVIER 2016) et d'estimer annuellement les tailles des deux noyaux de populations. Ce calcul permet de valider les mesures de gestion propres à l'espèce et au territoire concerné ou de les modifier. (FICHEUX et al., 2014).

III. Résultats globaux

Cette année, 290 tortues Cistudes ont été capturées. C'est nettement plus qu'en 2020 où seulement 231 tortues avaient été capturées (effet COVID). Par rapport à la décennie précédente, c'est un bon résultat qui se trouve au-dessus de la moyenne annuelle (262). Le nombre total de captures a fluctué énormément au cours des 25 années de suivi mais il n'a que très rarement dépassé que très rarement les 300 individus.

Le nombre de femelles capturées est comme chaque année supérieure au nombre de mâles (ceci sera détaillé dans la partie Sexe-ratio).On peut également observer que le nombre de captures annuelle (Figure 17) est toujours linéaire et qu'il n'y a pas de baisse significative. Le nombre cumulé de captures va bientôt atteindre les 12 000 captures. Il est à noter que cette 25 ème année nous avons atteint le chiffre emblématique de la 1 500ème tortue marquée.

Pour le site de l'Esquineau (Figure 18), 173 individus différents ont été capturés, la moyenne se situant entre 100 et 200 individus. Le nombre de captures total (capture + recapture) est plus élevé qu'en 2020, mais moindre qu'en 2019. Cela signifie qu'il y a eu beaucoup d'individus qui ont été capturés, mais que moins de recaptures ont été réalisées que certaines années.

Pour le site des Faïsses, les chiffres fluctuent énormément (Figure 19)., Depuis 2017, on observe tout de même une certaine régularité dans les chiffres de captures avec des valeurs légèrement plus élevées au cours des deux dernières années.

III.1.Pression de piégeage

La pression de piégeage fait partie des paramètres importants à prendre en compte dans tous les suivis par piégeage qu'il s'agisse de CMR ou non. Il faut donc mesurer la pression de piégeage. Dans le cadre du suivi des tortues Cistudes, l'unité de pression de piégeage se traduit par 24 h de pose d'un verveux.

A la lecture de la (Figure 15), on constate que depuis 2016 la pression de piégeage est beaucoup plus élevée à l'Esquineau qu'aux Faïsses. L'effort de piégeage atteint respectivement 460 jours/pièges à l'Esquineau et 132 jours/pièges aux Faïsses.

La pression de piégeage relativement faible sur le site des Faïsses (Figure 14 et 19) n'a pas vraiment eu d'influence sur le nombre.

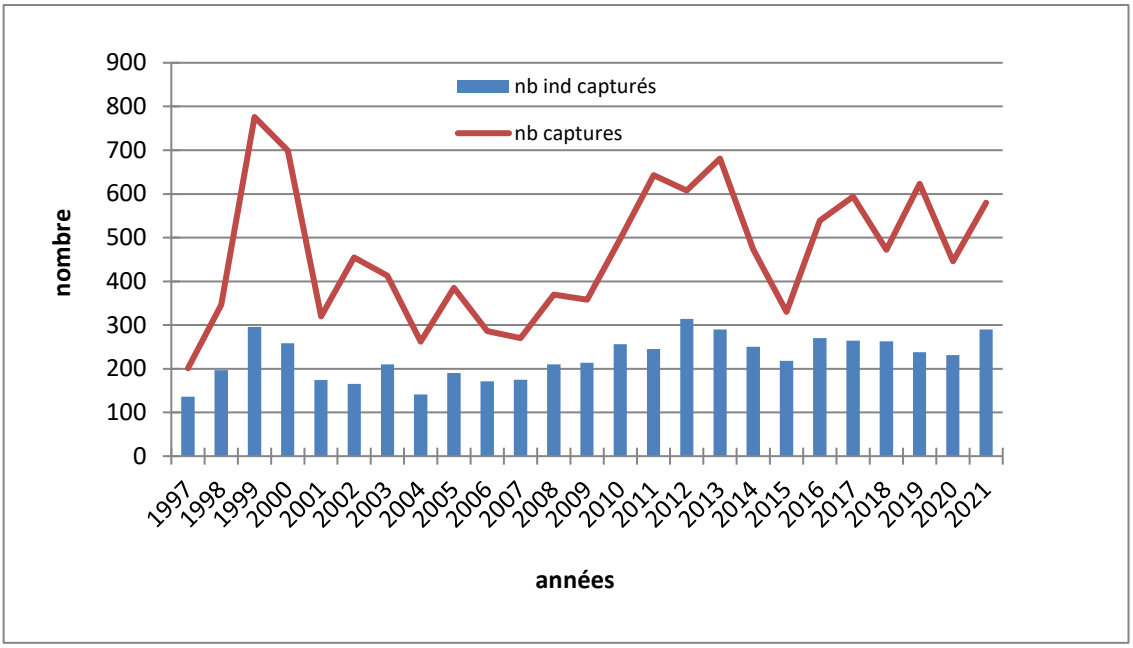


Figure 14 Evolution du nombre de tortues cistudes capturées et du nombre total de captures de 1997 à 2021

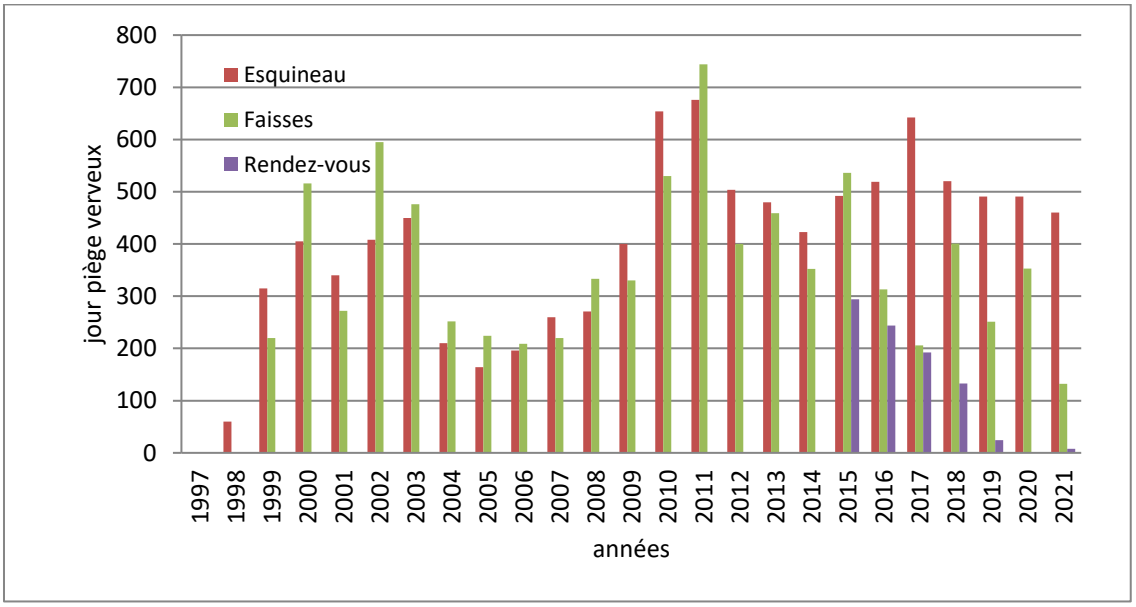


Figure 15 Evolution de la pression de piégeage sur les différents sites de captures de 1997 à 2021

	Esquineau	**Faïsses**
Période de captures	03-05-2021 au 30-08-2021	
Pression de capture en jours piégés	460	132
Nombre d'individus capturés	173	73
Nombre de mâles capturés	80	29
Nombres de femelles capturées	93	44
Nombre de juvéniles capturés	17	16
Nombre d'individus marqués	14	14

Tableau 16 Bilan synthétique de la session de captures 2021

III.3. Nouvelles captures

Les nouveaux individus qui sont capturés sont majoritairement des juvénile ce qui permet de déterminer avec précision leurs âges. Pour cette année, 18 immatures non marqués ont été capturés sur la tour du Valat (Figure 20) : 10 sur le site des Faïsses et 8 sur le site de l'Esquineau. La diminution est très nette par rapport à 2020 et aux années précédentes.

On remarque que le nombre total d'individus marqués qui est plus significatif que celui uniquement d'immatures, car il arrive aussi de capturés des individus adultes (stade 2, 3, ou 4) qui ne sont pas marqués. Même si cela est plus rare il peut s'agir d'individus en dispersion d'autres populations que celle de la Tour de Valat.

La pression de capture de l'Esquineau est relativement basse, c'est la plus faible depuis 7 ans (2015) mais cette faiblesse n'exerce quasiment aucune influence sur les chiffres globaux et ceux de nouveaux individus

On peut donc observer (Figure 21) que le nombre total d'individus nouvellement marqués suit une tendance qui baisse depuis 2018, mais on peut constater cette même baisse entre 2000 et 2004. On peut voir que la plupart du temps les nouveaux individus sont plus nombreux sur le site de l'Esquineau, or cette année comme en 2020 le nombre y est égal.

III.4. Sexe-ratio

Le Sexe-ratio est le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles au sein d'une espèce. C'est un paramètre biologique important, car la proportion de mâles et de femelles peut affecter le succès reproductif. (AYLMER, 1930) Chez certaines espèces, le Sexe-ratio peut être un indicateur de la température du milieu d'incubation (par exemple, chez les tortues, le Sexe-ratio est fortement influencé dans l'œuf par la température) ou de l'exposition à des polluants qui sont des perturbateurs endocriniens.

Avec la tortue Cistude, (Emys orbicularis) la température du nid va influencer le sexe de l'individu à l'éclosion.

Le sexe ratio se calcule : $\text{Sexe-Ratio} = \frac{\text{Nombres de Mâles}}{\text{Nombres de Femelles}}$

La moyenne du Sexe-ratio depuis 1997 s'élève à 0.8 mâle/1 femelle pour le site des Faïsses et 0.7 mâle/1 femelle pour celui de L'Esquineau (Tableau 22) Pour cette année 2021 le Sexe-ratio est très légèrement supérieur pour le site de l'Esquineau ce qui nous donne 0.86 mâle pour une femelle.

On peut voir sur la Figure 23 que les courbes ont fluctuées avec une augmentation régulière de la proportion de mâle dans la population de l'Esquineau.

III.4. Âge-ratio

L'Âge-ratio est la proportion de juvéniles par rapport à celle de d'adultes. Un juvénile de tortue Cistude équivaut dans ce suivi au stade 1 (Figure 11). Cet indice permet d'évaluer la structure démographique de la population.

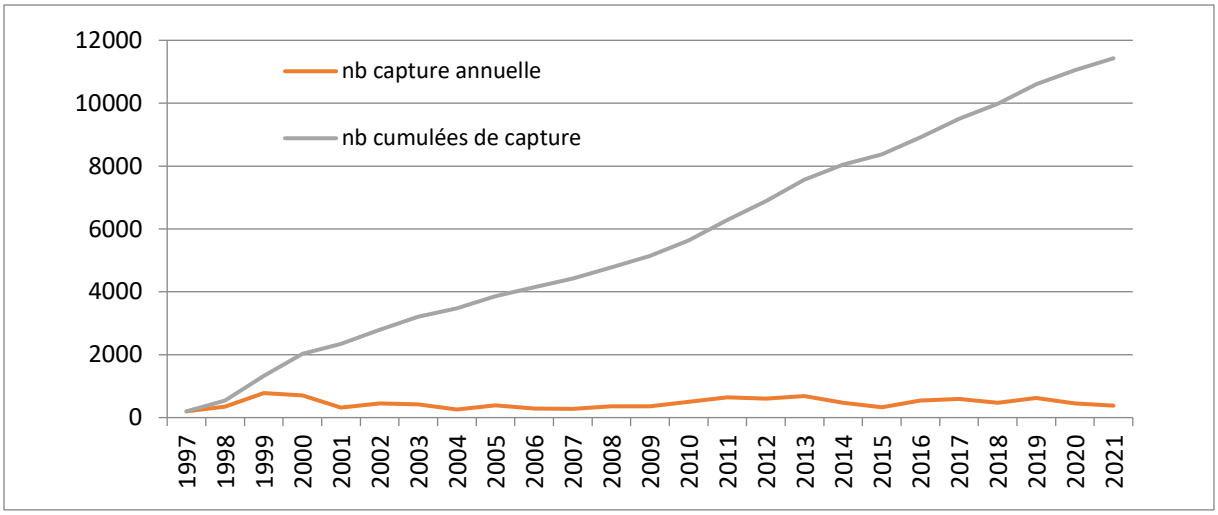


Figure 17 Nombre brut de captures cumulées depuis 1997

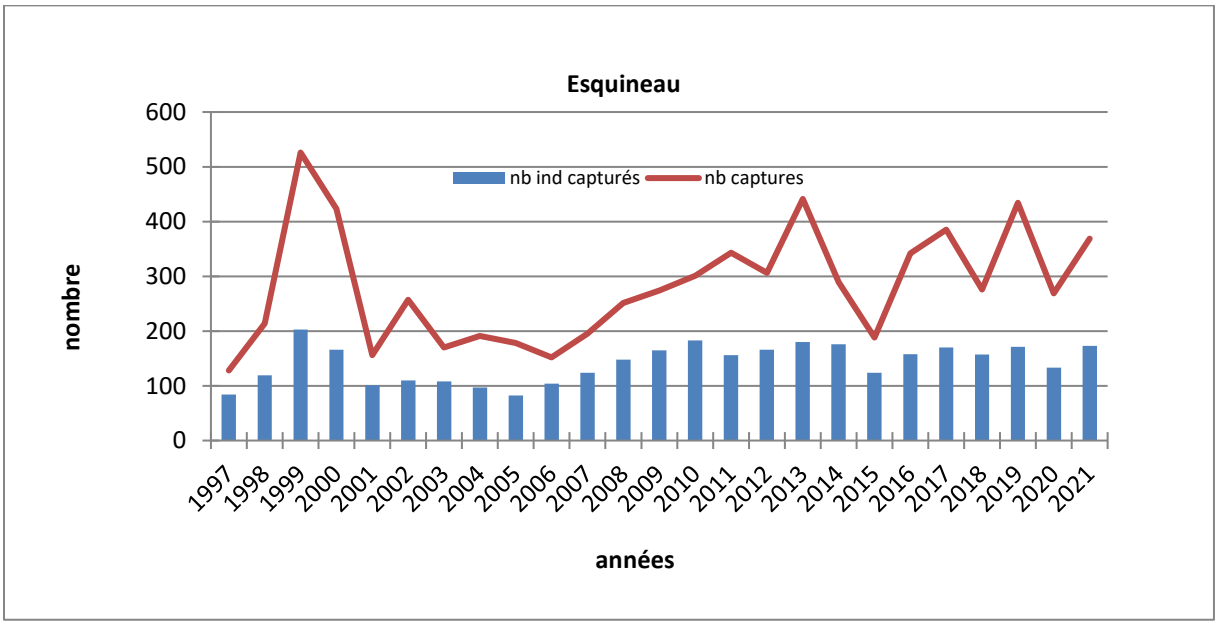


Figure 18 Evolution du nombre de captures et d'individus capturés annuellement pour le site de l'Esquineau

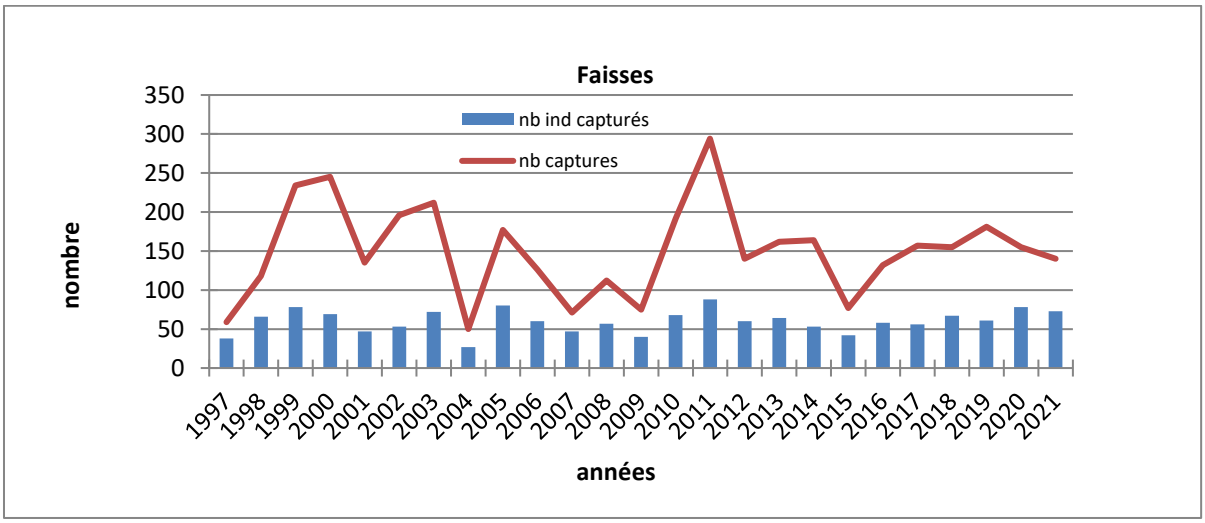


Figure 19 Evolution du nombre de captures et d'individus capturés annuellement pour le site des Faïsses

On peut observer (Figure 26) que cette année la population de l'Esquineau est de 9.9 % et de 22.2 % aux Faïsses.On peut voir que l'Âge-ratio fluctue énormément selon les années et les prospections. Il est donc intéressant de corréler ces valeurs avec le nombre total d'individus. On remarque que l'Âge-ratio a tendance à suivre cette courbe. Sur les Faïsses (Figure 27) on observe tout de même des tendances variables du nombre total d'individus et souvent les captures dépassent l'Âge-ratio.

IV. Dispersion

La dispersion est le processus par lequel des individus ou des espèces colonisent ou recolonisent un territoire. C'est une étape essentielle dans la vie de l'animal et elle permet un échange génétique entre plusieurs populations et individus au sein d'une même espèce.

Au cours de mon stage, nous avons observé plusieurs individus en phase de dispersion comme le mâle 508 (Figure 28). Cet individu a effectué plusieurs déplacements entre différents noyaux de population au cours de sa vie. Il commence par être capturé à l'âge adulte en 2001 sur un site de la Tour du Valat.

Il est ensuite capturé l'année qui suit aux Faïsses puis il finit par se déplacer jusqu'à l'Esquineau en 2020 sans avoir été capturé pendant près de 10 ans ! Il n'est pas rare d'observer ces déplacements chez les mâles, mais les femelles peuvent aussi se déplacer dans de très rare cas.

IV.1 Discussion

Cette 25ème année de suivi par CMR obtient les valeurs les plus élevées depuis 2012 (si on rajoute les deux semaines non prises en compte dans ce rapport). Les résultats « bruts » obtenus sur le suivi démographique à long terme de la tortue Cistude d'Europe, (*Emys orbicularis*), à la Tour du Valat sont donc encourageants.

On remarque d'importantes fluctuations dans le nombre d'individus capturés annuellement depuis l'année 1997 (Figure 14). Les pics s'expliquent en partie par des études particulières (génétiques, algues épizoïques, écotoxicologie..) nécessitant une pression de piégeage bien plus forte et donc des chiffres de captures plus élevés, mais aussi par la dynamique de cette population (Olivier et al. 2010 ; Ficheux et al., 2014).

Résultats globaux

Dans le chiffre analysé pour 2021, le nombre total de captures est presque le plus élevé depuis 2014, (à l'exception de 2019). Ces résultats indiquent que les pièges ont été correctement placés sur le terrain et que le suivi du relevé quotidien a été fait avec rigueur.

On peut poursuivre ce raisonnement en prenant en compte les chiffres cumulés de nouveaux individus marqués de stade 1(Figure 28). On constate une baisse significative à l'Esquineau. Cela pourrait signifier que le nombre de jeunes que peut contenir ce lieu arrive aussi à un certain point de densité-dépendance. Le Sexe-ratio quant à lui reste assez similaire et ne subit pas de perturbations majeures dans les deux sites en restant sur cette tendance des femelles plus nombreuses que les mâles (comme expliqués dans le chapitre Sexe-ratio). Il est tout de même important de bien le traduire chaque année pour observer de possibles effets par rapport à cet éventuel phénomène de densité-dépendance.

Le nombre de nouveaux individus au stade juvénile change plus ou moins d'une année à l'autre (Figure 11 et 20). Cela est assez aléatoire selon les températures et les niveaux d'eau des années précédentes. Le nombre de pontes et de succès de survie des immatures fluctuent.

On peut supposer que moins de juvéniles sont présents sur les sites notamment sur l'Esquineau, on s'en rend d'ailleurs compte dans l'analyse de l'Âge-ratio plus bas.

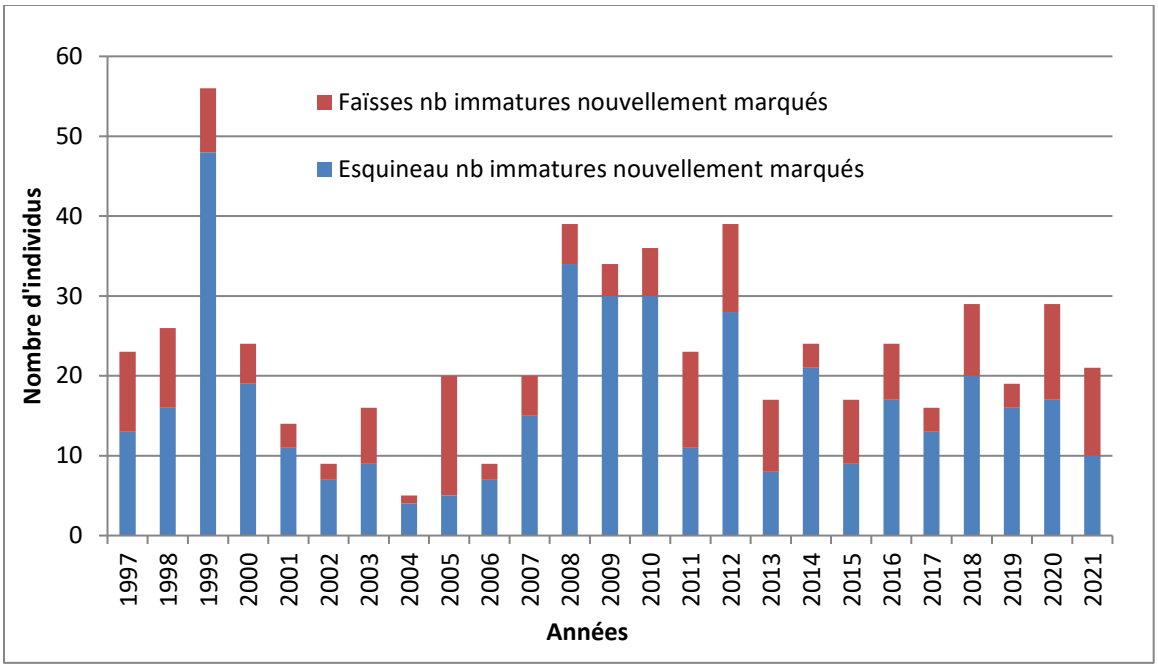


Figure 20 Evolution du nombre d'immatures nouvellement marqué sur les deux sites depuis 1997

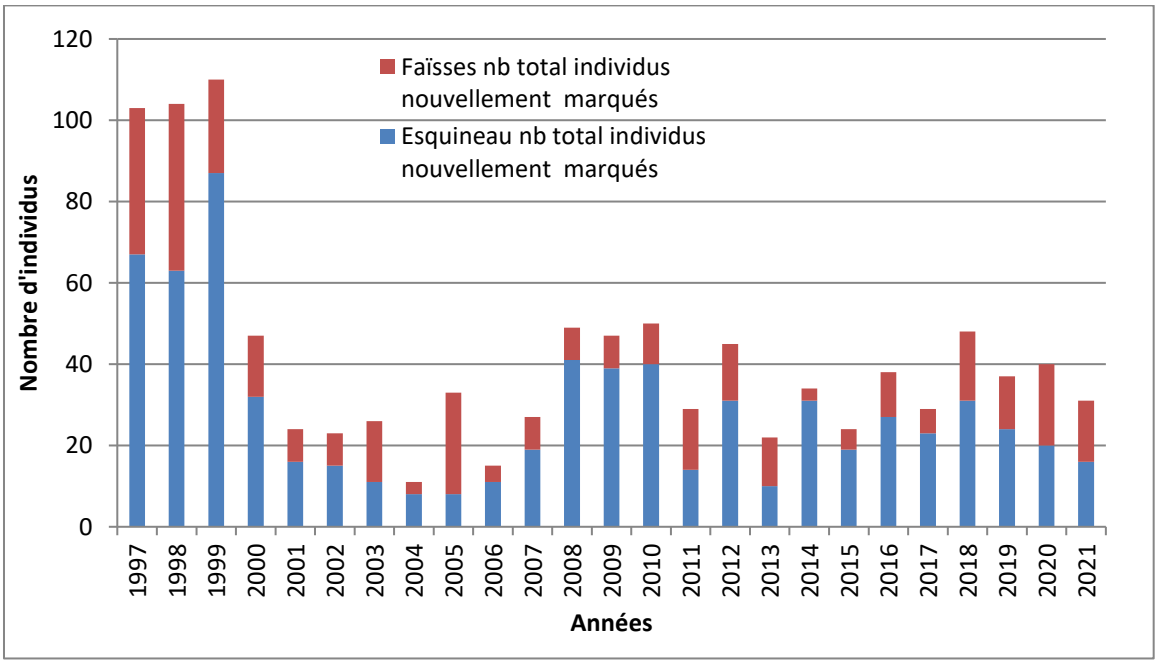


Figure 21 Evolution du nombre total d'individus nouvellement marqué sur les deux sites depuis 1997

Sites	Nombre d'individus sexés	Sexe ratio 2021	Moyenne du Sexe ratio depuis 1997
Esquineau	173	0,86	0,7
Faïsses	72	0,67	0,8

Tableau 22 Tableau synthétique des valeurs de sexe-ratio 2021

Pression de piégeages

La plus forte pression de piégeages exercée en 2021 sur le site de l'Esquineau provient essentiellement de la plus grande superficie en eau de ce site par rapport au site de capture des Faïsses. (Figure 15) (18 stations utilisées à l'Esquineau contre 10 maximum aux Faïsses).

Cela s'explique notamment par les niveaux d'eau et la gestion hydrologique des deux sites. En effet, auparavant, les Faïsses étaient en eau bien plus longtemps et le piégeage pouvait s'effectuer sur une période plus longue qu'à l'Esquineau. En effet les Faïsses peuvent voir leur niveau d'eau baisser, car ce site est majoritairement constitué de réseaux de roubines (anciens canaux servant à irriguer les parcelles rizicoles) liés au Fummorte, un canal drainant les eaux agricoles et qui se jette dans le Vaccarès.

En 2021, comme depuis plusieurs années, les milieux aquatiques des Faïsses se sont asséchés rapidement car les surfaces rizicoles (et in fine le volume d'eau pompé dans le Rhône) ont très nettement diminué ces dernières années dans le delta. En revanche, la plus faible pression de piégeage sur ce site n'affecte pas le nombre de captures (Figure 14). Il est probable que la diminution des habitats favorables entraine une plus grande concentration de tortues Cistudes et facilite ainsi leurs captures.

Recrutements de nouveaux individus

Le nombre total d'individus nouvellement marqués suit une tendance qui baisse depuis 2018 (Figure 21), et on constate cette même baisse entre 2000 et 2004. Cette baisse peut s'expliquer par le temps de piégeage. Mais également par la météo et la durée du stage. Le phénomène de de densité-dépendance à l'Esquineau joue également. Ces facteurs influent sur la probabilité de capturer de nouveaux individus.

Sexe Ratio

On remarque que les chiffres de Sexe-ratio pour 2021 sont peu différents sur les deux sites de capture. La proportion de mâles est plus importante à l'Esquineau et plus faible aux Faïsses. Si on regarde les chiffres globaux (Figure 23) on peut se rendre compte que les tendances sont assez homogènes depuis 2010. Avant cette année les pics sur le site des Faïsses étaient liés à la pression de capture qui changeait d'une année à l'autre. On compte cependant pour les deux sites toujours une proportion de femelles plus élevée que de mâles. Ce chiffre est même plus élevé en 2021 pour les Faïsses. En revanche pour l'Esquineau, on relève un Sexe-ratio de 0.86 males par femelles en 2021, plus élevé que le Sexe-ratio moyen de 0.7 établi depuis 1997.

On peut confirmer le fait qu'il y ait plus de femelles que de mâles en observant les chiffres de captures totaux de mâles et de femelles (Figure 24 et figure 25). On observe très distinctement que le rapport mâle-femelle subit au cours des années et selon les sites de gros changements (Figure 23).

Les différences peuvent tout d'abord s'expliquer par le biais d'échantillonnages dû à des différences spatiaux- temporelles d'activités entre sexes (STUBBS ET AL ; 1985). De plus comme expliqué dans la partie de présentation de l'espèce, les femelles sont plus sédentaires que les mâles et leurs déplacements sont essentiellement liée aux assèchements des roubines et marais. Les mesures de dispersions montrent que les mâles peuvent se déplacer sur des distances de plusieurs kilomètres (FUENTES et OLIVIER 2016) comme le mâle 508 (Figure 28).

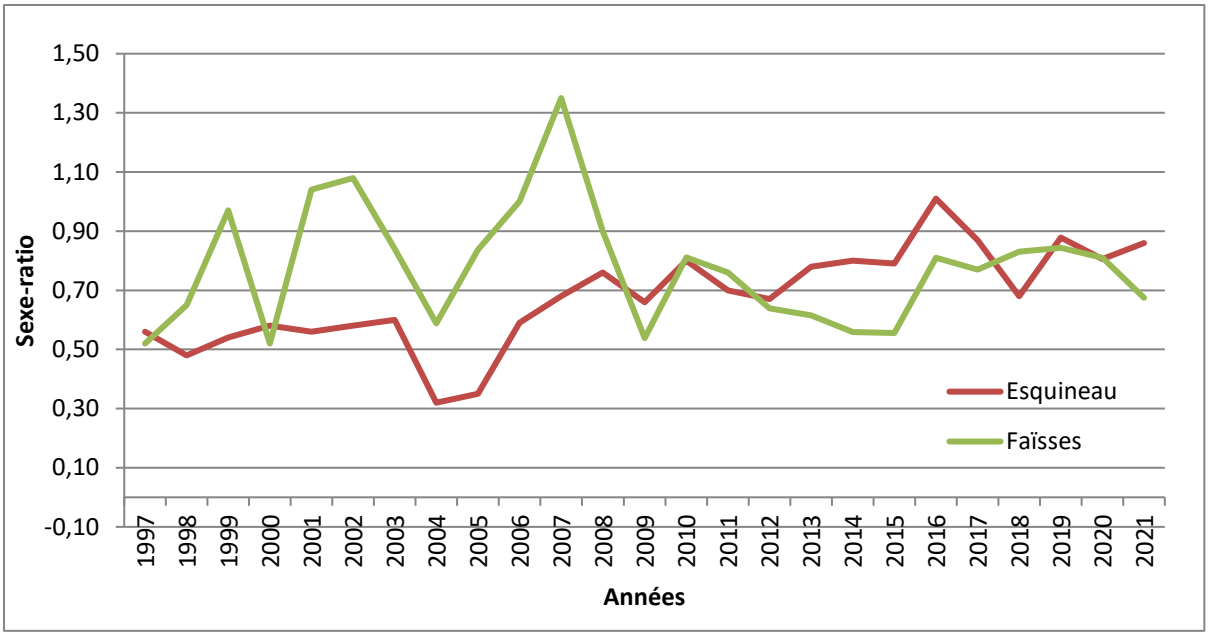


Figure 23 Evolution comparée du sexe-ratio sur les deux sites depuis 1997

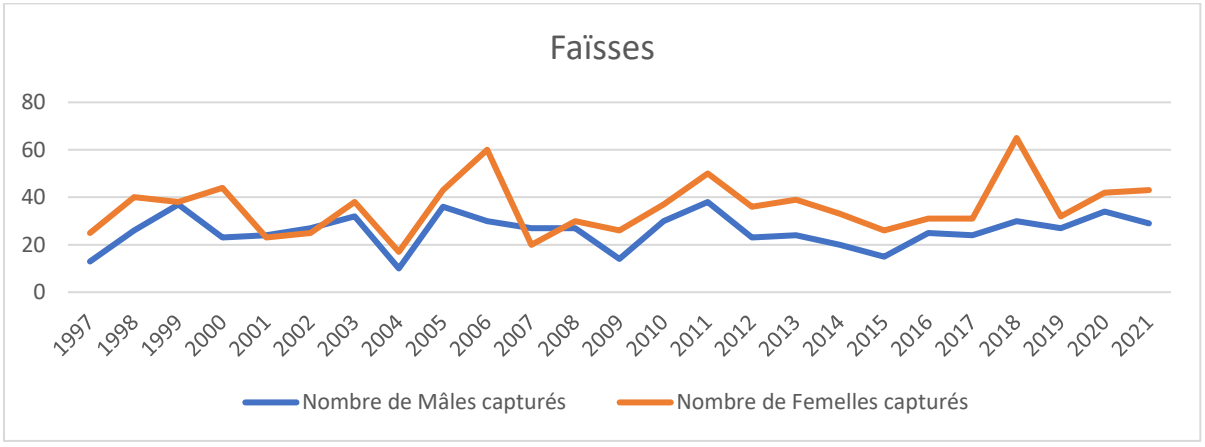


Figure 24 Evolution du nombre de mâles et de femelles sur le site des Faïsses

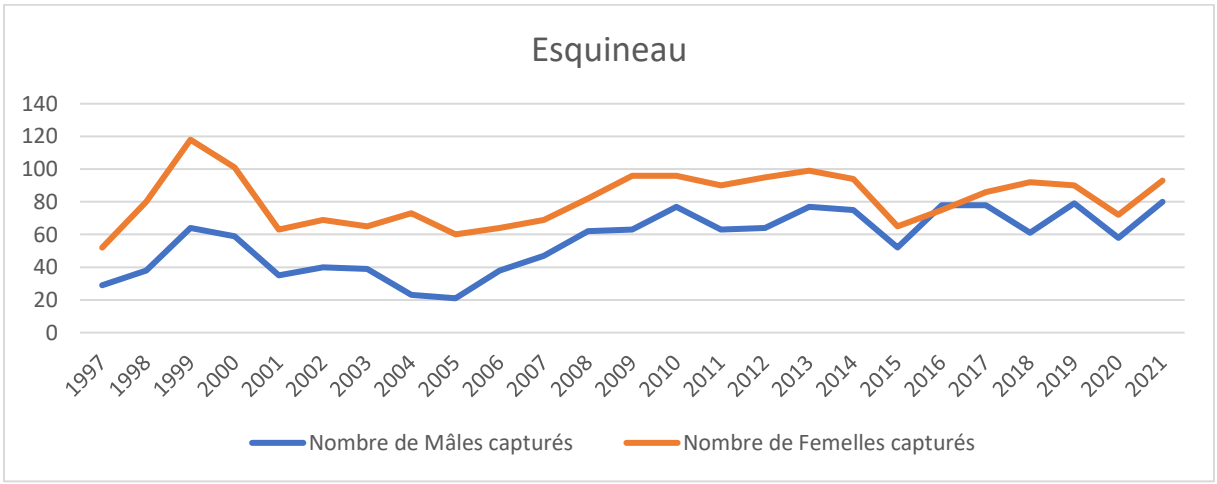


Figure 25 Evolution du nombre de mâles et de femelles sur le site de l'Esquineau

Age-Ratio

N'ayant pas accès à l'âge de tous les individus par la méthode de lecture des Lignes d'Arrêt de Croissance (impossibilité de connaitre l'âge des individus adultes), Ia structure d'âge de Ia population peut être appréhendée en calculant l'Âge-ratio. (OLIVIER, 2002).

On observe très clairement une diminution de la proportion de juvéniles (Figure 26) depuis 2016 sur le site de l'Esquineau. Au contraire, la proportion de juvénile sur le site des Faïsses est élevée et en augmentation depuis 2019. Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce résultat : la diminution des masses d'eau facilite la capture des juvéniles, et/ou un bon succès de reproduction et de survie des juvéniles a eu lieu au cours des dernières années. Dans le cas de l'Esquineau, la diminution de la proportion de juvéniles pourrait s'expliquer par un phénomène de densité dépendance, ce qui entraînerait moins de recrutement de jeunes individus sur le site (FICHEUX et al.2014).

Dispersion

On capture fréquemment à la Tour du Valat des individus mâles qui ont dispersé jusqu'à 18km, souvent entre les noyaux de populations de l'Esquineau et des Faïsses, et parfois en ayant disparu depuis une décennie. Pour les femelles en revanche, il est plus rare d'observer des changements réguliers de zones, même si elles peuvent se déplacer au sein d'un même biotope. En 2020 on a recensé que seulement deux femelles en 24 ans de CMR avait changé de noyaux de populations au cours de leur vie.

En 2002, il a été démontré la fidélité remarquable des femelles à leur site. Ainsi, plus de 60 % des femelles marquées sur le domaine à Ia fin des années 70 ont été recapturées sur le même site 20 ans après. (OLIVIER 2002)

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces mouvements. Une des hypothèses est celle du nombre d'individus par rapport aux ressources disponibles sur un site. Si les populations de tortues Cistudes augmentent du fait d'un milieu favorable sur le site, il y a un moment où l'optimum sera atteint. Par la suite, le nombre d'individus par rapport aux ressources va dépasser la capacité d'accueil du site, et il y aura saturation.

Cette hypothèse peut apporter des réponses au fait que certaines femelles peuvent se déplacer assez rapidement au sein d'un habitat et même être capables de quitter celui-ci, afin d'éviter un surpeuplement malgré des conditions hydriques et alimentaires encore favorables. De plus, dans le cas où un site atteindrait sa capacité maximum d'accueil d'individus, les mâles pourraient être amenés à se déplacer plus facilement pour trouver des femelles afin de se reproduire.

Certains mâles par leur condition corporelle et la différence de taille avec les femelles seraient pour la reproduction bien plus avantagés que d'autres.

La seconde possibilité de cette dispersion pourrait être corrélée avec la capacité des différents sites pour les pontes. Les femelles vont chercher le site le plus favorable, le plus proche de leur lieu de vie. Si le nombre de femelles est trop élevé et/ou les sites de pontes favorables limités ; certains individus femelles restent simplement cantonnées sur un site. Elles ne vont pas prendre le risque de beaucoup se déplacer sur de longues distances pour trouver un nouveau site de pontes comme c'est parfois le cas pour cette espèce. Un paramètre de plus qui permet de comprendre ces différences mâle-femelle liées à la dispersion.

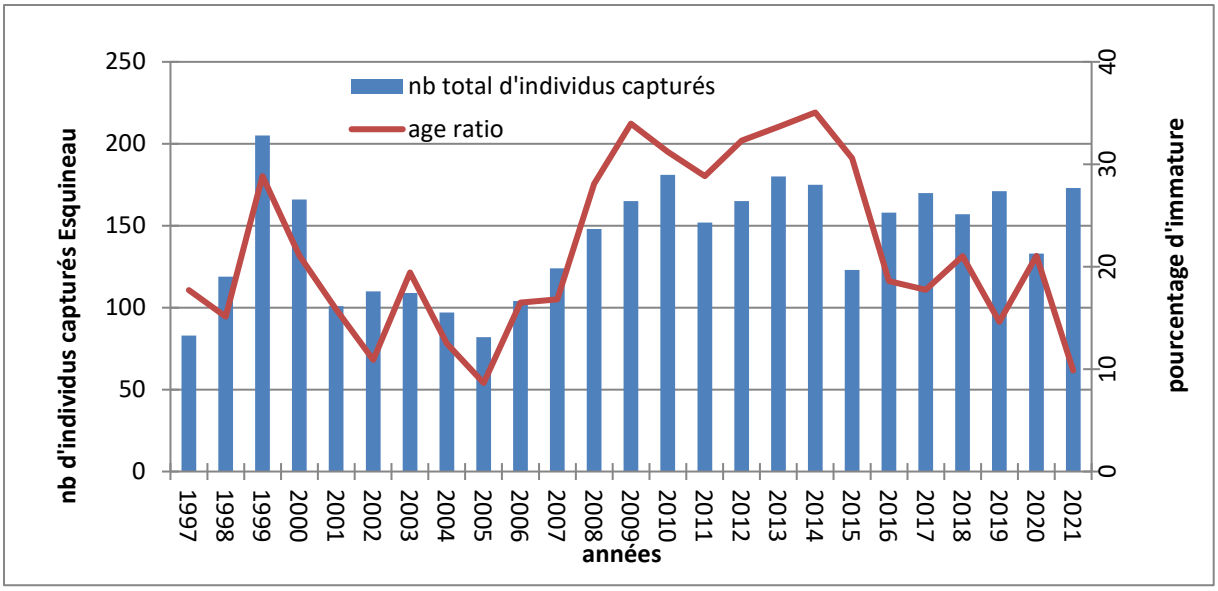


Figure 26 Evolution de l'Age ratio 1997 à 2021 et du nombre d'individus capturés pour le site de l'Esquineau

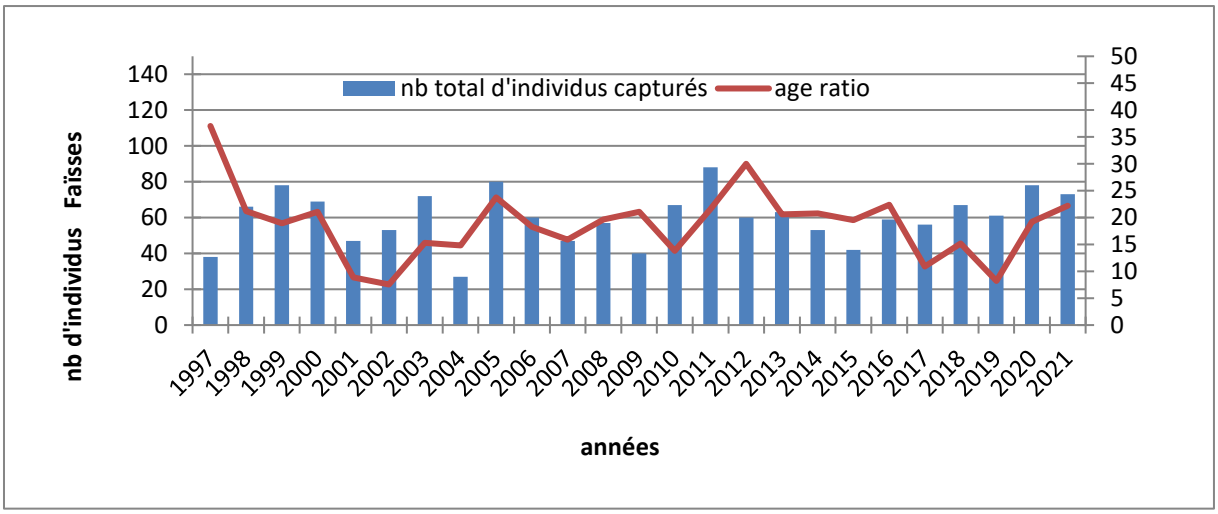


Figure 27 Evolution de l'âge ratio 1997 à 2021 et du nombre d'individus capturés pour le site des Faïsse



Figure 28 Historique de vie du mâle 508

Pour la tortue Cistude, plusieurs cas de figure peuvent l'obliger à se disperser, pour la recherche de nourriture, pour gagner un site de ponte dans le cas d'une femelle, ou pour la reproduction dans le cas d'un mâle. Aussi, lors d'une perturbation entropique ou d'une modification de ses ressources ou de son habitat, la tortue Cistude (Emys orbiularis) est capable de migrer. Généralement, ce sont plutôt les mâles qui vont se disperser notamment pendant les périodes de reproductions et même pour se déplacer entre plusieurs populations.

Les femelles sont beaucoup plus grégaires dans la mesure où elles trouvent un habitat favorable à leur cycle de vie, et les ressources nécessaires pendant la période estivale et celle de reproduction. Elle est donc capable de migrer vers un site proche, mais le retour à sa zone d'origine, après une plus ou moins longue période, est quasi systématique (GUILLION ET ALL., 2007).

V. Conclusion

Après cette 25ème année consécutive de Capture Marquage Recapture de la tortue Cistude, (*Emys orbicularis*) à la Tour du Valat, les résultats obtenus apparaissent globalement dans la continuité des années précédentes, et ce en dépit du fait qu'une semaine sur les 12 n'a pas été piégée pour cause de congés, et que deux semaines de CMR ont été consacrées à Grand Badons (un site dont la population a été piégée pour la 1ère fois en 2021 dans le but de faire des prélèvements sanguins pour le suivi écotoxicologique de l'espèce).

On se rend bien compte que les deux sites de la Tour du Valat (l'Esquineau et des Faïsses) abritant les deux principaux noyaux de populations des tortues Cistudes sont tout à fait différents par leurs biotopes, et tout particulièrement par leurs réseaux hydrographiques respectifs. Les résultats sont donc très différents pour ces deux sites, et les données récupérées autant en nombre qu'en signification le sont aussi.

C'est grâce à la mise en place d'un suivi à long terme qu'il est possible de comprendre le fonctionnement et les besoins d'une espèce pour pouvoir la protéger dans son environnement naturel. En effet, les nombreux travaux menés sur la tortue Cistude depuis 1997 à la Tour du Valat (OLIVIER, 2002 ; FICHEUX, 2013) permettent de mieux comprendre quelles sont les nouvelles menaces pour cette espèce, et les façons de sauvegarder les populations restantes en conciliant les pratiques agricoles d'un territoire ainsi que la gestion d'espaces protégeant et étudiant la biodiversité.

Bibliographie

Arsovski D., Olivier A., Bonnet X., Drilholle S., Tomovic L., Béchet A., Golubovic A. & Besnard A. 2018. « Covariates streamline age-specific early life survival estimates of two chelonian species. »,. : 223-34.

Aésane Meric. 2018. Suivi démographique à long terme d'une espèce emblématique des zones humides de la Cistude d'Europe Emys orbicularis.

Aranud Lyet. 2002. La Cistude d'europe en Camargue Gardoise.

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. 28 décembre 2017, Strasbourg: , France. : Communication poster, Saisine CSRPN.

Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S.R., Ram, M., Rhodin, A.G.J., Stuart, S.N., van Dijk, P.P., Young, B. et al. 7. 2013. « L'état de conservation des reptiles du monde. » Biological Conservation,: 157: 372-385.

CHEYLAN M. 1978. . « . -La cistude d'Europe. In : Société Herpetologique de France (ed.), ». In Paris:

Coordination et rédaction : Stéphanie THIENPONT – Société Herpétologique de France. 2020. « PLAN NATIONAL D'ACTIONS En faveur de la Cistude d'Europe Emys orbicularis ». https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNA_Cistude_2020_2029.pdf#:~:text=Le%20PNA%20en%20faveur%20de%20la%20Cistude%20d%E2%80%99Europe,assurer%20la%20conservation%20de%20l%E2%80%99esp%C3%A8ce%20%C3%A0%20long%20terme. (6 août 2021).

Eva Tankovis, Cindy Assio, Regis Gallais, Cyril Marmoex, Frédérique Malgoire, Aurélien Bernad, Mar Cheylan. 2018. Réintroduction de la cistude d'Europe : évaluation de la méthode mise en œuvre dans la Réserve naturelle nationale de l'Estagnol. Réserve naturelle nationale de l'Estagnol (Hérault). https://www.researchgate.net/publication/327531154_Reintroduction_de_la_Cistude_d'Europe_Evaluation_de_la_methode_mise_en_oeuvre_dans_la_Reserve_naturelle_nationale_de_l'Estagnol_Herault.

Ficheux S. 2013. « Dynamique et génétique des populations de cistude d'Europe Emys orbicularis. » Ecole doctorale Environnements, Santé France.

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. » : 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. »

Fuentes T. & Olivier A. 2016. « Movement records of the European pond turtles (Emys orbicularis) in the Camargue ».

GENIEZ P. & CHEYLAN M. 1987. « Atlas de distribution des reptiles et des amphibiens du Languedoc-Roussillon. » In Laboratoire de biogeographie et d'écologie des vertébrés., 114 p.

Guillot, H et al. 2018. Trace Element Concentrations in European Pond Turtles (Emysorbicularis) from Brenne. Brenne Natural Park, France. Bulletind.

HONEGGER R.E. 1978. « -Amphibiens et reptiles menaces en Europe. Sauvegarde de Ia nature n°15, conseil de l'Europe ».

« JEUX DE DONNEES DE REFERENCE COURS D'EAU, Sandre.fr ». 2003. JEUX DE DONNEES DE REFERENCE COURS D'EAU. https://www.sandre.eaufrance.fr/geo/CoursEau/V5111100 (29 avril 2021).

KELLER C. 1997. « Ecologia de poblaciones de Mauremys leprosa y Emys orbicularis en el Parque Nacional de Donana. . Universidad de Sevilla. » In , 197 p.

Michel Gauthier-Clerc, Anthony Olivier et Jenyfer Peridont. 2011. « Cistude d'Europe en Camargue ».

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

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

Olivier A et al. 2010. Assessing spatial and temporal population dynamics of cryptic species: an example with the European pond turtle. Ecological Applications.

OLIVIER A., PICHARD A., FILLEUX M., ARNAUD A.., CONTOURNET P., WILLM L., ORTOLA N. & GAUTHIER-CLERC M. 2008. « Inventaire écologique concernant des espèces de vertébrés de l'annexe 2 de la directive "habitat". »

Ottonello, D. Salvidio, S. Rosecchi, E. « Feeding habits of the European pond terrapin Emys orbicularis in Camargue Amphibia-Reptilia ».

PIEAU C. 1972. « Effets de Ia temperature sur le dévellopement des glandes genitales chez les embryons de deux chéloniens, Emys orbicularis L. et Testudo graeca ».

revue Biological Conversation. 2013. « L'état de conservation des reptiles du monde ». Volume 157,: pages 372-385.

Ronald Aylmer Fisher. 1930. « The Genetical Theory of Natural Selection ». Clarenton, Oxford,.

Schwartz T., Thienpont S., Thirion J.M., Vollot B. & Cheylan M., R., Joubert L., Joyeux A., Lerat D., Massez G., Olivier A., Owen-Jones Z., Perrot K., Petit J., Poitevin F., Poulet L., Priol P., Rivière V., Roy C., Scher O.Mignet F., Barnagaud J.Y., Barthe L., Bertolero A., Bosc V., Escot F., Fleurio ,. 2021. « Geographic variation in body size among french population of European pond turtle. Amphibia-Reptilia. » doi.org/10.1163/15685381-bja10036 (10 août 2021).

SNIESHKUS E., (Linnaeus, 1758), et FRITZ U., JOGER U., PODLOUCKY R. & S. 1998. « Some observations on secondary sexual charecteristics, sex ratio and reproductive aspects of European pond turtles, Emys orbicularis in the former USSR. In »:

Thienpont S. 2011. « L'essentiel du plan national d'actions, Agir pour la Cistude d'Europe. »

Tour du Valat et al. 2011. « Cistude d'Europe en Camargue ». file:///C:/Users/Arthur%20de%20France/Desktop/i/travail/1Licence/1%20ENDEN/STAGE/Rapport/Biblio/TDV-BrochureCistude-br.pdf.