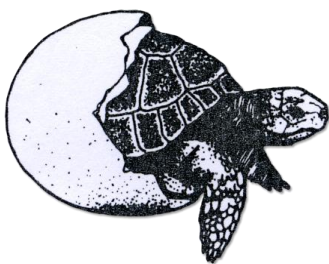


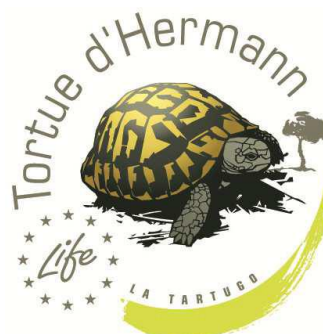
Condition corporelle, utilisation de l'habitat et structure d'une population de tortues d'Hermann, *Testudo hermanni* *hermanni*, dans un milieu bénéficiant d'apports hydriques



Stage effectué du 26 mars au 30 août 2012 à la Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux & au Centre de Recherche et de Conservation des Chéloniens (83590 GONFARON), sous la direction scientifique de Mrs Sébastien CARON et Jean-Marie BALLOUARD.



S.O.P.T.O.M



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil".

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mes deux maîtres de stage, à savoir Mr Sébastien CARON, Responsable du Centre de Recherche et de Conservation des Chéloniens, et Mr Jean-Marie BALLOUARD, Chargé de mission du Programme LIFE+, pour m'avoir permis d'effectuer ce stage au sein de la SOPTOM, pour leur aide et leur conseil.

Par la suite, je remercie également Mlle Laure SERVANT, Service civique au CRCC, qui a contribué à notre formation de terrain et qui a également pris part à la récolte des données utilisées dans ce présent rapport. De même, je remercie tout particulièrement ma coéquipière de terrain, Mlle Anna GUINET, avec qui j'ai partagé de nombreuses journées de suivi radiotracking. Elle m'a été d'un grand soutien, autant physique que mental avec sa bonne humeur quotidienne.

Enfin, je remercie bien entendu les autres stagiaires du CRCC : Mlle Alice EKORI pour son aide précieuse, M. Thomas ETIEN l'informaticien du groupe, M. Mathieu AUSANNEAU pour son "coup de main" en ce qui concerne la saisie des données sur Excel, Stacy BEAUGIER et Marjorie TORTEL.

Avant-propos

Ma structure d'accueil fut créée en 1986 par trois naturalistes (Jean-Pierre Pouvreau, David Stubbs et Bernard Devaux). Cette association de type loi 1901 a pour but l'étude et la protection des tortues et de leurs milieux. Ainsi SOPTOM signifie : Station d'Observation et de Protection des TORTUES et de leurs Milieux. A sa fondation, cette Organisation Non Gouvernementale avait pour but l'étude et la conservation de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*).

En 1988, l'association a ouvert un centre d'accueil du public, d'élevage et de soins aux tortues, le « Village des Tortues » à GONFARON dans le département du Var. Ses objectifs sont les suivants : accueillir, soigner et élever les tortues confiées par les particuliers ou confisquées ; recevoir, informer et sensibiliser le public ; réaliser des élevages conservatoires ; financer les études et la conservation des tortues. Le village s'étend sur deux hectares et abrite plus d'un millier de tortues. L'espèce la plus représentée est la seule tortue terrestre française, la Tortue d'Hermann. Tous les animaux présents ont été recueillis après avoir été abandonnés ou confiés au village lorsque leur propriétaire ne pouvait ou ne voulait plus s'en occuper.

En 1992, a été créé le Conseil Scientifique de la SOPTOM, qui comprend cinq herpétologues et scientifiques de renom (Mrs. R. Bour, J. Fretey, J. Lescure, C. Pieau, J. Servan).

En 1997, une responsable scientifique (B. Livoreil) a été engagée, puis un organisme spécialisé dans l'étude et la protection de *Testudo hermanni hermanni* fut créé : le CRCC (Centre de Recherche et de Conservation des Chéloniens). Actuellement dirigé par Sébastien CARON, le CRCC mène de nombreuses études sur les tortues et les serpents. Le CRCC abrite également un centre de soins et un élevage conservatoire.

La SOPTOM est soutenue par de nombreuses associations telles que l'ASPAS, le CEN-PACA, Cistude-Nature, la FFEPT, la SHF, WWF, Noé Conservation-France, etc. Le village accueille également de nombreux bénévoles ainsi que des stagiaires scientifiques impliqués dans les différents projets de conservation. Le projet LIFE+ Tortue d'Hermann (2010-2014) fait actuellement partie des principales occupations de la SOPTOM.

Glossaire

ACP : Analyse en Composante Principale

CEN PACA : Conservatoire d'Espaces Naturels de Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

CMR : Technique de Capture Marquage Recapture.

CRCC : Centre de Recherche et de Conservation des Chéloniens.

Ectotherme : Se dit d'un animal dont la température interne est engendrée seulement par des échanges thermiques avec son environnement.

Homoscedacité : uniformité de la variance de l'erreur dans un ensemble de valeurs observées.

ICC : Indice de Condition Corporelle.

LIFE+ : L'Instrument Financier pour l'Environnement soutenant des projets de conservation de la nature et de protection de l'environnement dans toute l'UE, ainsi que dans certains pays candidats.

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle.

MCP : Méthode des Polygones Convexes utilisée pour estimer des domaines vitaux.

Natura 2000 : Réseau européen de sites naturels ou semi-naturels ayant une grande valeur patrimoniale par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent.

Philopatrie : Tendance de certains individus à rester ou à revenir à l'endroit où ils sont nés.

PNA : Plan National d'Action,

Radiotracking : Système de suivi d'animaux à l'aide d'émetteurs et récepteurs.

Recrutement : Correspond au nombre ou au taux d'individus qui naissent et renouvellent ainsi la population.

SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux.

Thermorégulation : Fonction biologique de l'organisme assurant la constance de la température interne du corps.

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature → organisme international qui aide à trouver des solutions pratiques aux problèmes de l'environnement et du développement les plus urgents.

Table des matières

Introduction	1
I) Matériel et méthode	3
1. Modèle biologique : la Tortue d'Hermann	3
a) Systématique et répartition de l'espèce	3
b) Morphologie	3
c) Importance d'une mosaïque de milieux	4
d) Une espèce philopatrique	4
e) Une cinétique démographique fragile	4
f) Une espèce en danger	5
g) Mise en place de l'action E2 du programme LIFE+	5
2. Sites d'étude	6
a) Site aménagé : Redon	6
b) Site témoin : Rouvède	6
3. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture	7
a) Taux d'observation horaire	7
b) Evaluation de la structure démographique	8
c) Taux de croissance.....	8
4. Suivi par radiotracking	9
a) Etendue des domaines vitaux	10
b) Choix des macro- et micro-habitats	10
c) Indice de Condition Corporelle.....	11
5. Utilisation des points d'eau artificiels	12
a) Relevés d'empreintes aux abords des points d'eau	12
b) Pièges photo	12
c) Evaluation du stress hydrique par prise de sang	13
II) Résultats	14
1. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture	14
a) Taux d'observation horaire	14
b) Evaluation de la structure démographique	14
c) Taux de croissance.....	15
2. Suivi par radiotracking	15

a) Etendue des domaines vitaux	15
b) Choix des macro- et micro-habitats	16
c) Indice de Condition Corporelle.....	17
3. Utilisation des points d'eau artificiels	18
a) Relevés d'empreintes aux abords des points d'eau	18
b) Pièges photo	18
III) Discussion	19
1. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture	19
2. Suivi par radiotracking	20
3. Utilisation des points d'eau artificiels	22
Conclusion	23
Bibliographie	24

Introduction

Le déclin de la biodiversité est l'une des préoccupations majeures du 21^{ème} siècle. À travers diverses volontés de développement, l'Homme entraîne des changements souvent irréversibles pour l'environnement. De nombreux spécialistes de la biodiversité estiment que la planète traverse la sixième grande crise d'extinction des espèces depuis l'apparition de la vie sur terre (Thomas *et al.*, 2004; Ceballos *et al.*, 2010). L'érosion actuelle est pourtant bien différente des précédentes. Celle-ci a clairement une origine anthropique et est caractérisée par sa rapidité. La fragmentation, la destruction des milieux naturels et la surexploitation des ressources naturelles font partie des menaces les plus visibles. La faune et la flore sont ainsi soumises à de rudes épreuves en raison de la rapidité des changements. Les organismes doivent déployer une grande variété d'adaptations physiologiques, morphologiques et comportementales en fonction des conditions auxquelles ils sont soumis. Il est important de comprendre les comportements d'interactions, afin d'être en mesure de prédire les effets de la modification du paysage sur la répartition des espèces et le fonctionnement des populations (Wiens, 2001).

Des actions de conservation et de restauration doivent être mises en place afin de freiner l'érosion de la biodiversité. En Europe, les gestionnaires sont relativement dépourvus de connaissances dans leurs interventions quand il s'agit de prendre en compte la survie des espèces. Les acteurs manquent de pratiques de gestion validées et en expriment la demande. La biologie de la conservation tente de proposer des solutions permettant notamment de répondre à ces besoins. Des programmes ayant pour objectif de fournir des outils aux gestionnaires sont ainsi lancés (programmes LIFE, FEDER) et permettent de mettre en œuvre de nombreuses actions. Une des stratégies communément utilisées consiste à se focaliser sur une espèce en particulier, tel qu'une "espèce parapluie" ou "clé de voûte" (Daniel, 1998). Ainsi, en protégeant une espèce, on protège son habitat et potentiellement l'habitat d'autres espèces.

Les espèces ectothermes*, tel que les reptiles, sont probablement plus sensibles aux modifications de leurs écosystèmes, entre autre parce que leur température corporelle varie selon les conditions thermiques environnementales (Gibbons *et al.* 2000). Des études ont montré que 12 % des oiseaux, 20 % des mammifères, 30 % des amphibiens et 31 % des reptiles sont menacés dans le monde (Vié *et al.*, 2009). L'herpétofaune représente donc le groupe de vertébrés le plus menacé en Europe. Pourtant il est l'un des moins considéré dans les programmes de conservation (Seddon *et al.*, 2005).

La Tortue d'Hermann est l'un des reptiles méditerranéens les plus menacés dans toute son aire de distribution. Elle est classée en tant qu'espèce « vulnérable » sur la Liste Rouge de France (UICN France). Autrefois présente sur tout le pourtour méditerranéen, elle ne subsiste en France plus que dans le Var et en Corse (Cheylan *et al.*, 2009). La destruction et la dégradation de son habitat sont les principales sources de déclin de l'espèce (Livoreil, 2009). La fréquence des incendies de forêt, l'urbanisation croissante du littoral méditerranéen y contribuent fortement (Cheylan, 1984 ; ARPE *et al.*, 2009 ; Livoreil, 2009). De plus, les collectes illicites de spécimens et le trafic de tortues affaiblissent également les populations et ont un impact sur leur génétique (Mackenzie *et al.*, 2002 ; LIFE+, 2009). L'abandon des activités traditionnelles, notamment des pratiques agro-pastorales, contribuent entre autre à limiter les espaces et les ressources disponibles pour les espèces (Griffith *et al.*, 1989). Cette dynamique est particulièrement vraie dans le département du Var. Ces perturbations ont un impact plus important sur des populations fragiles ou restreintes géographiquement, ou encore sur des espèces présentant des caractères de vie peu compétitifs tels qu'une maturité sexuelle tardive et un faible taux de reproduction (Foufopoulos & Ives, 1999), ce qui est le cas de la Tortue d'Hermann. Toutes ces menaces se conjuguent pour affaiblir l'espèce et mettre en péril son avenir à court-terme, comme le traduit la classification de l'espèce par l'UICN dans la catégorie "en danger", dans le Var depuis 1990 (UICN, 2009).

Actuellement, les connaissances sur cette espèce sont relativement bien documentées (Cheylan, 2001; Livoreil, 2009). Des programmes de conservation, notamment le FEDER, ont permis d'acquérir de nombreuses connaissances sur la biologie de la Tortue d'Hermann. Néanmoins, de nombreuses interrogations subsistent quant aux moyens permettant de préserver les populations. Deux types d'actions sont possibles et ne s'excluent pas : favoriser le milieu (gestion de l'habitat) et gérer directement les populations (ex: translocations).

Un Plan National d'Action de l'espèce est mis en œuvre depuis 2009 et ce jusqu'en 2014, dans le but de gérer les populations en déclin, ainsi que leur milieu (Cheylan et al, 2009). Ce PNA a mis en évidence que l'absence d'eau en période estivale constitue un facteur limitant pour la Tortue d'Hermann. Ainsi, il semblerait qu'une faible disponibilité en eau entraîne une baisse de la fécondité chez les femelles et porte atteinte à la survie des juvéniles (Cheylan, 2001). Aussi, en cas de fortes chaleurs, elles peuvent se trouver en hyperthermie, ce qui constitue un des principaux risques de mortalité naturelle (Hailey et Coulson 1996).

Dans le cadre du programme LIFE+ Tortue d'Hermann (2010-2014) qui permet de financer une partie des actions du PNA, le CEN-PACA a créé trois points d'eau permanents qui sont remplis au cours de la période sèche (été). L'évaluation des actions réalisées fait aussi partie intégrante de ce programme. Dans le cadre de l'action E2 : « Évaluation de l'impact des mesures de gestion sur l'utilisation des habitats de la Tortue d'Hermann », le suivi d'une population de tortues a été initié en avril 2010 par le CRCC, dans le but de déterminer l'efficacité des points d'eau. L'évaluation de la création des points d'eau repose sur l'utilisation ou non des aménagements et les bénéfices éco-physiologiques que les tortues peuvent en tirer sur le court terme. L'étude par Capture-Marquage-Recapture de la population permet quant à elle un suivi sur le long terme.

Un protocole expérimental de terrain a été créé et mis en œuvre sur un site dit "aménagé", et un autre témoin, considéré comme déficitaire en eau en été. Un état initial, avant la création de points d'eau, a été réalisé en 2010. En 2011 et 2012, le site aménagé ainsi que le site témoin ont été étudiés. Un suivi par télémétrie de quatorze individus a été mise en place afin de collecter différents types d'informations : stress lié à leur environnement, étendue des domaines vitaux, condition corporelle des individus, habitats préférentiels. Ces données permettront d'évaluer l'influence de l'habitat, mais aussi de mieux connaître les préférences écologiques de l'espèce.

Mon travail consistait à :

- ❖ Caractériser l'état de la population présente sur les deux sites, aménagé et témoin, (structure de la population) par la méthode de Capture-Marquage-Recapture ;
- ❖ Mesurer certains indices d'utilisation de l'habitat (domaine vital) grâce au radiotracking* ;
- ❖ Suivre l'évolution de la condition corporelle des individus ;
- ❖ Quantifier l'utilisation des points d'eau permanents et artificiels à l'aide de pièges photo et des observations de traces.

Nous avons émis l'hypothèse qu'un site doté de points d'eau en période estivale permettrait d'offrir des conditions de vie plus favorables à la Tortue d'Hermann en limitant ses dépenses énergétiques, puisqu'elle consacrera moins de temps à la recherche d'eau. Le cas échéant, sa condition corporelle serait améliorée et elle aurait donc une meilleure chance de survie face aux difficultés qu'elle peut rencontrer pour subvenir à ses fonctions biologiques. Elle sera alors plus active pour trouver un partenaire sexuel, un site de ponte propice et un bon lieu d'hivernage. Enfin, ses déplacements pourraient être réduits en raison de l'apport d'eau ou bien augmentés pour chercher des partenaires, etc.

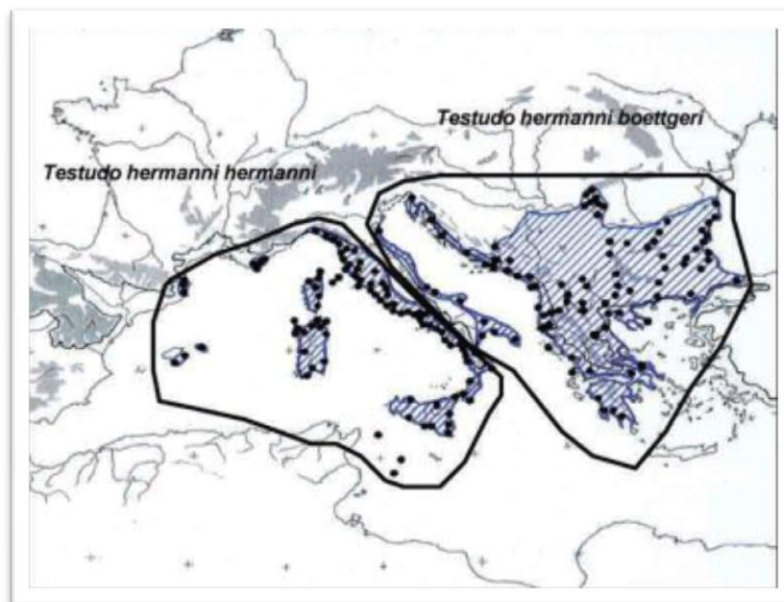


Figure 1 : Répartition géographique mondiale de la Tortue d'Hermann (DIREN, 2009).



Figure 2 : Répartition historique de la Tortue d'Hermann - Extrait "Les Tortues" par Bernard Devaux - Editions : Sang de la terre.

REPARTITION

- 1 - début du quaternaire ?
- 2 - au néolithique
- 3 - actuelle

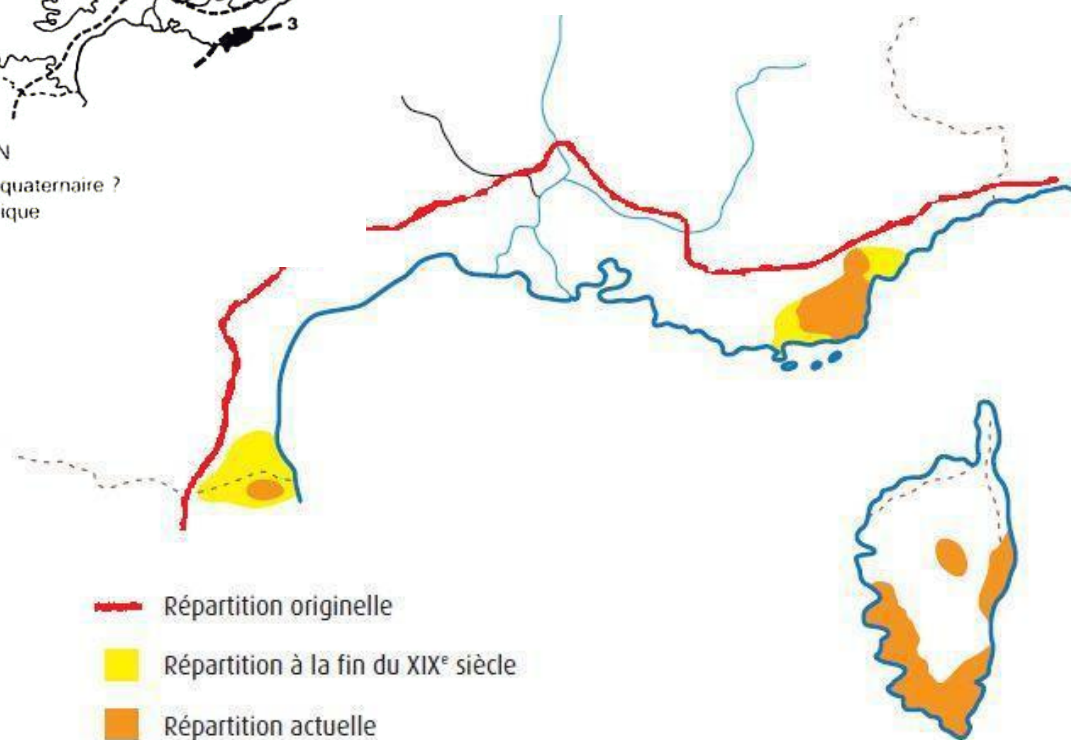


Figure 3 : Comparaison entre la répartition historique et la répartition actuelle de Testudo hermanni hermanni en France (d'après PNA, 2009).

I) Matériel et méthode

I.1. Modèle biologique : la Tortue d'Hermann

a) Systématique et répartition de l'espèce

L'espèce *Testudo hermanni*, appelée plus communément Tortue d'Hermann, appartient à la classe des reptiles (Laurenti, 1798) et à la sous-classe des chéloniens (Latreille, 1800). Elle fait partie de la famille des Testudinidae (Batsh, 1788), qui comprend 43 espèces à l'échelle mondiale. Son nom spécifique rend hommage au zoologiste Johannes Hermann, qui possédait le spécimen type décrit par J-F Gmelin en 1789.

La Tortue d'Hermann, au sens large de ce nom, est présente dans tout le sud de l'Europe, mais il existe en fait différentes tortues d'Hermann qui habituellement ne se rencontrent jamais, habitant des contrées et des habitats différents (Livoreil, 2007). La nomenclature générique de Fritz *et al.* (2006) est celle retenue à l'heure actuelle dans les documents officiels. Au sein de l'espèce hermanni, on reconnaît traditionnellement deux sous-espèces : *Testudo hermanni hermanni* Gmelin, 1789, à l'ouest de l'aire de répartition (Espagne, France, Italie et grandes îles de la Méditerranée occidentale) ; *Testudo hermanni boettgeri* Mojsisovics, 1889, à l'est de cette aire (régions méditerranéennes de la péninsule balkanique et quelques petites îles de Méditerranée orientale). La figure 1, illustre la répartition de ces deux sous-espèces.

La Tortue d'Hermann est l'unique chélonien terrestre de France continentale, où elle est présente depuis le quaternaire, soit environ 1,8 million d'années (Vetter, 2006). Apparue au Pléistocène, son territoire s'étendait de l'aire méditerranéenne jusqu'à la Charente. Sa régression a commencé très tôt pour des raisons climatiques. Au Néolithique, elle ne se retrouve plus que dans les départements méditerranéens (Figure 2). A l'Holocène, sa régression s'accroît à cause de l'homme. Dès le 19^{ème} siècle, son extension géographique est très proche de celle d'aujourd'hui. (Cheylan *et al.*, 2009)

Les populations actuelles françaises se limitent à deux noyaux de population (Figure 3), un noyau corse assez étendu et un noyau provençal plus réduit (Livoreil, 2009). Ce dernier occupe essentiellement le massif des Maures, la plaine des Maures et le massif de la Colle du Rouet, ce qui équivaut à environ 100 000 à 150 000 hectares compartimentés par d'importantes barrières naturelles (rivières et lignes de crêtes) et artificielles (routes, zones urbanisées ou cultivées). Le noyau le plus important se trouve dans la plaine des Maures sur environ 7000 ha, avec une densité généralement inférieure à 2 individus à l'hectare, mais pouvant atteindre 5 à 10 individus par hectare, voire au-delà (Cheylan *et al.*, 2009).

b) Morphologie

La Tortue d'Hermann se caractérise par une carapace ovale assez fortement bombée, de couleur jaune-verdâtre à jaune-orangée ornée de motifs noirs assez irréguliers. Elle peut atteindre une longueur maximale de 20 centimètres pour les femelles. Elle se distingue de la Tortue grecque (*Testudo graeca*) par la présence d'une plaque supra-caudale divisée, d'un éperon corné à l'extrémité de la queue, ainsi que par l'absence d'ergot sur la face interne de la cuisse (Cheylan *et al.*, 2009). Elle présente également une tache sub-oculaire jaune sur la joue. Elle se différencie de la Tortue des Balkans (*Testudo hermanni boettgeri*) par la présence de deux larges bandes longitudinales noires sur le plastron, d'une suture pectorale plus courte que la fémorale, ainsi que d'une carapace de forme ovale de couleur plutôt jaune paille à jaune d'or (Figures 4 et 5).

Il existe un dimorphisme sexuel chez cette espèce (Cheylan, 1981 ; Stubbs *et al.*, 1985). A l'âge adulte, les femelles sont plus grosses que les mâles. Le plastron de ce dernier est concave, pour faciliter l'accouplement en facilitant la stabilisation du mâle sur la dossière de la femelle. La queue du mâle est plus longue et plus large. Enfin, l'écaille supra-caudale de la femelle est moins recourbée pour faciliter la reproduction et la ponte (Peterholff *et al.*, 2008). Une partie de ces caractéristiques sont illustrées sur la figure 6. La plupart des caractères sexuels s'individualisent à partir d'une longueur corporelle de 10 cm, correspondant à l'âge de 6-7 ans (Cheylan, 2001).

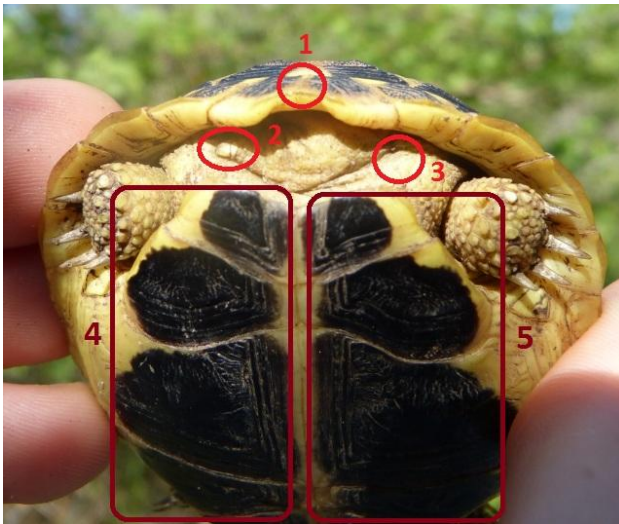
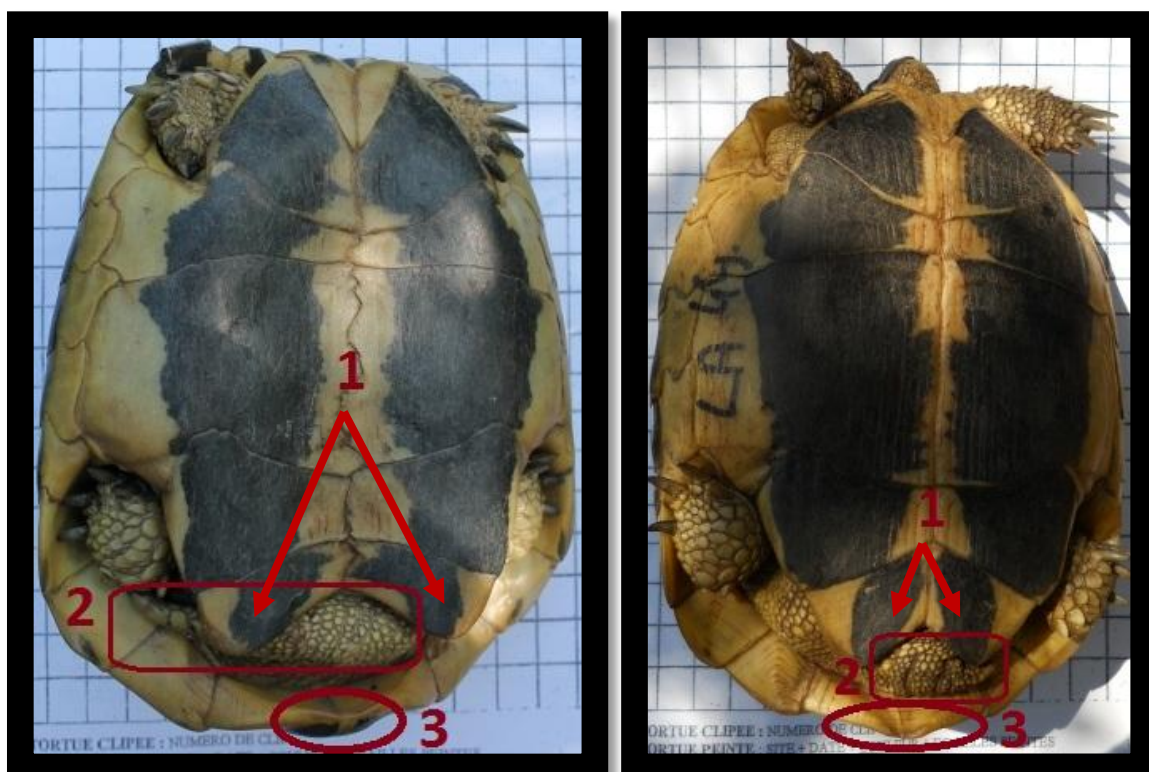


Figure 4 : Caractéristiques d'une Tortue d'Hermann :
1) plaque supra-caudale divisée ; 2) griffe cornée au bout de la queue ; 3) absence d'ergot derrière la cuisse ; 4) et 5) bandes noires continues.

Figure 5 : Photo illustrant la tache jaune sub-oculaire sur la joue de *Testudo hermanni hermanni*.



Figure 6 : Comparaison entre la photo d'un mâle à gauche et d'une femelle à droite : 1) Les écailles anales sont plus écartées chez le mâle ; 2) sa queue est plus longue ; et 3) sa supracaudale est incurvée.



c) Importance d'une mosaïque de milieux

La Tortue d'Hermann occupe la plupart des formations végétales méditerranéennes, depuis le bord de la mer jusqu'à 700 mètres d'altitude dans le meilleur des cas. Sa distribution actuelle coïncide avec la présence de chênes lièges, *Quercus suber*, et de Chênes verts, *Quercus ilex* (Delaugerre & Cheylan, 1992 ; Cheylan 2001). Ceci traduit la présence de conditions climatiques très clémentes : plus de 2500 heures de soleil annuel, températures moyennes supérieures à 20°C en été et supérieures à 6°C en hiver, ainsi qu'une pluviométrie faible.

En Provence, la plupart des noyaux de population sont liés à d'anciennes exploitations agricoles offrant encore des paysages en mosaïque, faisant alterner des cultures, des friches et des bois clairs (Cheylan *et al.*, 2009). Dans la plaine des Maures, elle fréquente tout de même des milieux naturels, tels que des pinèdes clairsemées, des chênaies mixtes et des maquis ou garrigues peu denses. Son milieu préféré se compose de buissons et broussailles séparés par des zones herbacées, de manière à former une mosaïque qui lui procure sur de petites surfaces à la fois des abris, ainsi que des lieux d'insolation et d'alimentation (Cheylan, 2001 ; Nougarede 1998). La présence de zones ouvertes pour sa thermorégulation et le dépôt des pontes est indispensable pour sa survie. Une Tortue d'Hermann a besoin d'un espace d'environ un à deux hectares pour répondre à ses besoins (Livoreil, 2007). Récemment, des études tendent à montrer que cet espace peut varier énormément d'un site à l'autre (Caron et Ballouard, comm. pers.). L'espèce fait défaut dans les vignes en exploitation et évite les milieux très ouverts à sol nu ou à végétation très rase. Elle est quasi-absente des forêts denses, notamment lorsque celles-ci sont situées en versant nord (conditions trop froides et humides), et peu fréquente dans les zones de maquis dense.

Les tortues d'Hermann exploitent des habitats assez distincts au cours de leur cycle annuel d'activité. Durant la période chaude (juillet-août), elles ont tendance à se réfugier dans les ripisylves, dans les forêts denses, voire dans les maquis hauts qui offrent à cette période de l'année un ombrage et une humidité suffisante (zones d'estivation). En hiver, elles recherchent des zones bien drainées, souvent rocheuses et généralement arborées (couche d'humus importante), offrant des conditions thermiques et hygrométriques favorables à l'hibernation. (Cheylan *et al.*, 2009)

d) Une espèce philopatrique

La Tortue d'Hermann est particulièrement sédentaire et fidèle tout au long de sa vie à son domaine vital. Elle choisit son lieu de vie au stade subadulte (6 à 10 ans) et s'y montre extrêmement attachée (Cheylan *et al.*, 2009). Cette forte sédentarité s'observe également chez les juvéniles, qui ne s'éloignent guère de leur lieu de naissance au cours des premières années.

En cas de perturbation majeure, les animaux peuvent quitter leur site de vie, mais ils chercheront à le rejoindre dans les plus brefs délais, ce qui a été confirmé dans le Var après les incendies de 2005 (Livoreil, non publié). Les animaux déplacés intentionnellement montrent une forte philopatrie et retrouvent, en quelques jours, leur aire d'activité habituelle (phénomène de « homing »), ce qui semblerait indiquer une structuration spatio-temporelle très précise de l'utilisation de son habitat par chaque individu (Cheylan *et al.*, 2009).

e) Une cinétique démographique fragile

La cinétique démographique de la Tortue d'Hermann se caractérise par une faible fécondité et une maturité sexuelle tardive. Dans le Var, cette dernière se situe en moyenne vers onze ans chez le mâle et vers onze ans et demi chez la femelle.

Il est à relever l'existence d'une forte mortalité aux stades œuf et juvénile, compensée cependant par une forte survie à l'âge adulte (plus de 90% par an dans des conditions de faible prédation anthropique). La survie semble largement corrélée à la taille des animaux. Elle augmente donc avec le temps au fur et à mesure que l'âge de l'individu augmente. Comme toute espèce à longue durée de vie, l'équilibre démographique des populations est apporté par cette bonne survie au stade adulte.

Les mortalités affectant cette classe d'âge sont donc particulièrement préjudiciables à l'espèce. La mortalité au stade des pontes ou au stade juvénile est mieux prise en compte par la cinétique démographique de l'espèce, mais devient problématique lorsqu'elle se poursuit sur de longues périodes. (Cheylan *et al.*, 2009)

f) Une espèce en danger

La Tortue d'Hermann bénéficie de statuts de protection internationaux, européens et nationaux. Ainsi elle est inscrite sur les annexes II de la Convention de Berne et de la liste CITES (Convention de Washington de 1973). En droit communautaire, elle figure dans les annexes II et IV de la Directive "Habitat-Faune-Flore" (directive 92/43 du 21 mai 1992). Elle fait partie de la liste d'espèce de reptile protégée au niveau national en France. Elle est classée espèce "*quasi-menacé*" sur la liste rouge mondiale de l'UICN et "*vulnérable*" au niveau national. (ARPE *et al.*, 2009)

En droit français, l'espèce est protégée par l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007, dont l'article 2 interdit :

- la destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans leur milieu naturel.
- la destruction, l'altération ou la dégradation de leurs sites de reproduction et de leurs aires de repos.

Bien que l'espèce soit protégée, ce n'est pas toujours le cas de son habitat. La mise en place de sites Natura 2000, d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope spécifique à la Tortue d'Hermann et de la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures a permis d'en protéger une partie. De plus, le Conservatoire du Littoral, la SOPTOM et le CEN-PACA sont propriétaires de sites où la Tortue d'Hermann est présente.

Diverses associations et centres de sauvegarde ont également été créés, telle que la Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux (SOPTOM). Ces associations permettent de développer des stratégies de protection des habitats et des espèces.

Les populations françaises appartiennent à deux unités biogéographiques et phylogénétiques distinctes : une unité provençale et une population corse. Cette dernière est vraisemblablement originaire d'Italie péninsulaire. La population varoise, quant à elle, peut être considérée comme une forme sub-endémique, rare et menacée à moyen terme. Au sens de la terminologie de l'UICN, la population varoise entre dans la catégorie "en danger" (Annexe n°4). Une forte dégradation de la population provençale implique des actions de conservation urgentes. (Cheylan *et al.*, 2009)

En 2009, un Plan National d'Action (PNA) en faveur de la Tortue d'Hermann est mis en place. Il s'agit d'un projet de cinq ans (2010-2014), qui a pour but de gérer les populations en déclin ainsi que leur milieu (Cheylan *et al.*, 2009). Le programme LIFE+ Tortue d'Hermann, intitulé « Vers une gestion intégrée favorable à la tortue terrestre dans le Var - Création d'outils pour les gestionnaires d'espaces naturels en Europe », permet de mettre en place de nombreuses actions de ce plan de conservation.

g) Mise en place de l'action E2 du programme LIFE+

Dans le cadre du volet « Nature et biodiversité », le programme de conservation LIFE+ de la Tortue d'Hermann a été mis en place à partir du PNA, pour essayer de trouver une solution durable au phénomène de régression des populations de tortue (Cheylan *et al.*, 2009). Il tend à combler les lacunes mises en évidence par ce PNA, telle que l'absence de pratiques de gestion validées pouvant être réutilisées par tous les acteurs (ARPE *et al.*, 2009). La finalité de ce projet est de pouvoir stopper le déclin de cette espèce dans la région du Var, d'augmenter les effectifs et de rétablir les connexions entre les micro-populations.

L'action précise du programme LIFE+ dans laquelle s'inscrit l'étude menée par la SOPTOM correspond à l'action E2 : "Evaluation de l'impact des actions sur l'utilisation des habitats (étho-écophysiologie, suivis téléométriques)". Celle-ci consiste à effectuer un suivi de tortues afin d'évaluer les chances de succès de certaines actions, telles que la création de points d'eau et les ouvertures de milieux. L'efficacité de ces aménagements est basée sur le comportement et le statut sanitaire de l'animal. Elle permet de fournir des évaluations immédiates. Ce suivi est effectué par télémetrie, puisque les tortues sont facile à équiper de radio-émetteurs.

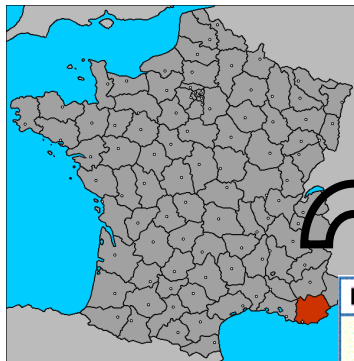


Figure 7 : Localisation des sites où se déroule l'étude.

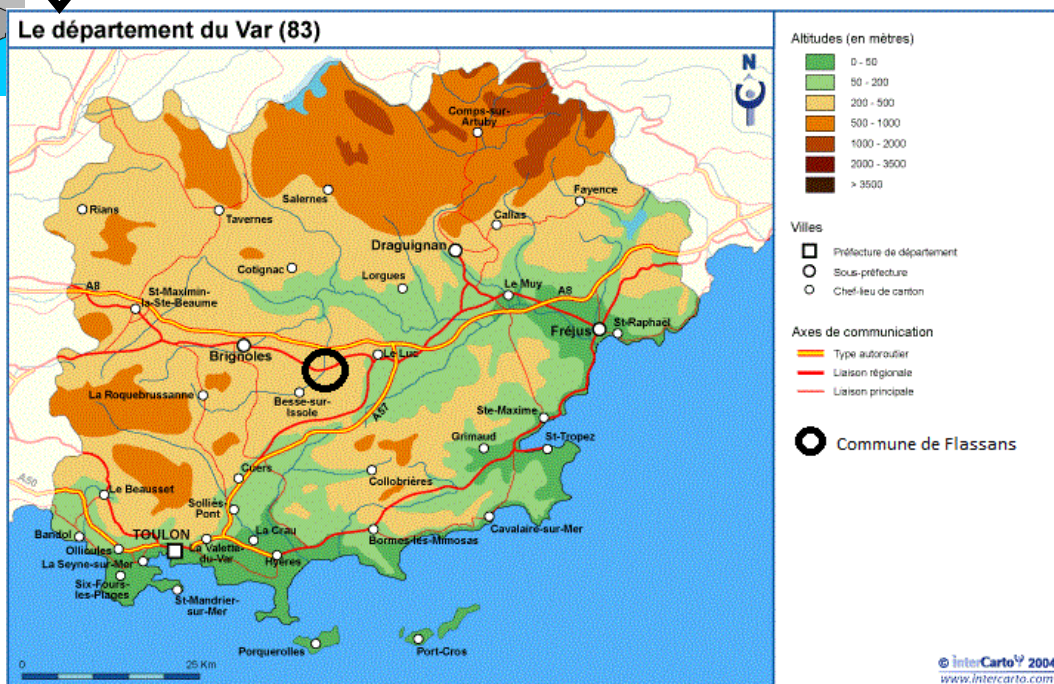


Figure 8 : Photos du site aménagé, Redon.

Les aménagements ont eu lieu durant l'automne 2010 et consistaient en partie à créer des points d'eau. Un état initial avant aménagement fut réalisé et constitue une première étude témoin. Durant les deux premières années qui suivent la création de ces points d'eau, l'utilisation de l'habitat, ainsi que la condition corporelle des individus suivis sont comparées sur différents sites. Cela devrait permettre de détecter rapidement tout effet de l'amélioration de l'habitat. (ARPE *et al.*, 2009)

I) 2. Sites d'étude

L'étude a été menée dans le département du Var (83), qui appartient à la région Provence-Alpes-Côte-D'azur, dans le Sud-Est de la France. Dans cette région, le climat est de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers relativement humides. Les températures annuelles moyennes sont comprises entre 12 et 14°C, et les précipitations vont de 700 à 1000 mm par an. (Inventaire Forestier National, 1999) L'étude a été réalisée sur un site Natura 2000. Ce site se situe en Provence calcaire, et plus précisément sur la commune de FLASSANS-sur-Issole (Figure 7).

Le site comprend deux zones distantes de un à deux kilomètres : une partie dite "aménagée" appelée **Redon** et une zone témoin appelée **Rouvède**. La Tortue d'Hermann ayant un domaine vital relativement restreint et auquel elle est attachée, les tortues ont une très faible probabilité d'aller d'un site à l'autre. De plus, les deux zones suivies sont séparées par des vignes, ce qui constitue une barrière naturelle pour les tortues.

Les deux sites font parti d'un Site d'Intérêt Communautaire de 84 ha, appelé "Marais de Gavoti-Lac de Bonnacougne-Lac Redon", qui sont trois lacs temporaires, sans eau durant la période estivale. Ils correspondent à un milieu très hétérogène, où une grande diversité d'habitats est présente : les friches côtoient des pierriers, des forêts mixtes ainsi que des prairies sèches et humides. L'utilisation des terres sur ces sites est principalement liée à la viticulture, l'élevage ovin et caprin et la chasse. Les lacs, quant à eux, sont alimentés par des eaux de pluie et/ou des alimentations souterraines, et sont positionnés sur un plateau calcaire karstique.

a) Site aménagé : Redon

Le site de Redon représente 55 hectares, dont treize ha appartiennent au CEN PACA et le reste est constitué essentiellement de propriétés privées (ARPE *et al.*, 2009 ; Ballouard, comm. Pers.). La végétation est principalement constituée d'épines du christ (*Paliurus spina-christi*), de chênes verts (*Quercus ilex*) et pubescents (*Quercus pubescens*), de pruneliers (*Prunus spinosa*), de ronces (genre *Rubus*), d'herbes hautes ainsi que d'Armoises de Molinier (*Artemisia molinieri*). En tout, 146 espèces végétales ont été recensées, vingt-trois ont une forte valeur patrimoniale et parmi elles, dix-neuf sont des espèces rares et menacées, voire en danger dans le département du Var (CEEP, 2005). Le cortège d'invertébrés est important. L'herpétofaune ajoute de l'intérêt au site, notamment par la présence de lézards verts (*Lacerta bilineata*), d'orvets fragiles (*Anguis fragilis*), de coronelles girondines (*Coronella girondica*) et de couleuvres à échelons (*Elaphe scalaris*).

Des actions d'amélioration de l'habitat en faveur de la Tortue d'Hermann ont été effectuées sur ce site. Ainsi, lors de l'hiver 2010-2011, neuf points d'eau ont été créés, dont six sont temporaires. Ces derniers ont été placés dans un habitat homogène (milieu forestier), lui même très utilisé en été par ces reptiles.

b) Site témoin : Rouvède

Le site de Rouvède se situe à environ un kilomètre du premier site et s'étend sur 45,5 hectares. Les terres appartiennent en grande partie à une société de promotion et construction, puis à des propriétaires privés. Le sol est aussi de type calcaire et la zone est pâturée par des caprins. Ce site est caractérisé par 4 principaux types d'habitats : de la pinède avec Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et Pin Noir (*Pinus nigra*), de la garrigue avec du Chêne kermès (*Quercus coccifera*), du Chêne vert (*Quercus Ilex*), du ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), du ciste cotonneux (*Cistus albidus*) et du calycotome épineux (*Calycotome spinosa*), une prairie mésophile et des friches. Ce site témoin permet d'étudier différents impacts de la présence de points d'eaux sur la tortue, aussi bien au niveau physiologique qu'au niveau de ses déplacements.



Figure 9 : Photos du site témoin, Rouvède.



Figure 10 : Photos illustrant le marquage de tortues adultes à l'aide d'un clip codé.

I) 3. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture

Les suivis démographiques fins ont essentiellement pour objectif de comprendre les mécanismes responsables de l'évolution des populations. Compte tenu de la forte longévité de la Tortue d'Hermann, le recueil de paramètres démographiques (fécondité, survie, etc.) ne peut être obtenu qu'après plusieurs années de suivi. Il est primordial de bien définir le contour des zones à suivre, étant donné que ces limites doivent rester fixes dans le temps. Pour faciliter l'interprétation des résultats démographiques, le choix de sites plus ou moins clos sera privilégié. Par site «clos», on entend tout site délimité par des habitats peu favorables (vignes, forêt dense, route nationale...), freinant les échanges avec l'extérieur.

Concernant la pression de prospection, le nombre de passages doit être assez élevé pour détecter une majeure partie des individus présents. En ce qui concerne la durée de passage, il est important de noter la pression d'échantillonnage à chaque passage, c'est à dire le nombre d'heures passées sur un site et le nombre d'observateurs.

Le suivi par Capture-Marquage-Recapture est également mené parallèlement au suivi de radiopistage, au hasard des rencontres.

La technique de CMR est souvent destinée à l'estimation d'effectifs, mais sert aussi à la compréhension de la dynamique démographique. Elle permet d'améliorer certaines connaissances sur l'écologie de l'espèce, notamment d'acquérir des données morpho-métriques et comportementales, ainsi que de compléter l'inventaire des populations. Les avantages de cette technique sont sa facilité à mettre en œuvre sur le terrain et le peu de contraintes sur le plan méthodologique. L'inconvénient principal est qu'elle demande un effort de prospection important, du fait de la nécessité de recaptures d'individus. Elle nécessite le marquage individuel des animaux. Ainsi, un adulte se verra mettre un clip codé (Figure 10), tandis qu'un juvénile ou un subadulte sera plutôt marqué par traits de scie (Figure 11), étant trop petit pour être équipé d'un clip. Les encoches sont effectuées sur les écailles marginales de la carapace. Chaque individu est identifié à l'aide d'un marquage standard (Annexe n°5), permettant ainsi leur identification lors d'une éventuelle recapture.

A chaque contact d'une tortue, les variables suivantes sont relevées sur une fiche de terrain (Annexe n°6): la date, l'heure et la météo ; sa position GPS ; les caractéristiques biotiques et abiotiques précises de l'habitat ; le mode de détection, ainsi que le comportement de l'individu (en déplacement, immobile au soleil ou à l'ombre, caché, en accouplement, en alimentation...). De plus, disposant d'autorisations de capture, de nombreuses mesures (dimensions et masse) sont effectuées (Figure 12), la présence de caractéristiques remarquables est relevée et des clichés photo de la dossière et du plastron de la carapace sont réalisés. La photo-identification est une valeur sûre concernant la Tortue d'Hermann, puisque les dessins de la carapace sont propres à chaque individu. Les photos permettent ainsi de corriger des erreurs de lecture de marque. Le matériel nécessaire au suivi est présenté dans le tableau 1.

a) Taux d'observation horaire

La participation de plusieurs observateurs a permis de prospecter le site de manière homogène, en évitant de passer uniquement sur les secteurs les plus favorables. Ceci a permis d'éviter l'hétérogénéité dans le taux de capture, avec certains individus plus souvent contactés du fait qu'ils se trouvent dans des secteurs plus accessibles et donc plus visités. De plus, la tortue se déplace régulièrement pour satisfaire ses besoins vitaux. Sa période d'activité majeure se situe au printemps, et plus particulièrement au mois de mai, durant lequel la grande majorité des prospections a été effectuée. En outre, la Tortue d'Hermann offre l'avantage d'être une espèce facilement capturable, avec une faible réponse au passage des observateurs. Ainsi, la probabilité de détecter un individu lors d'une visite est indépendante des autres visites. (EPHE, 2008-2009)

Afin de comparer les deux sites, il ne faut pas oublier de prendre en compte l'effort de prospection, qui n'est pas le même sur les deux sites. En outre, il est pertinent de calculer le taux d'observation horaire pour chacun des sites. Ce dernier nous donne une idée sur la densité de tortues, mais ne reflète pas l'état de santé des populations.



Figure 11 : Photos illustrant le marquage de juvéniles par traits de scie.



Figure 12 : Photos de mesures effectuées sur les tortues (relevé de masse à gauche et mesure de la suture pectorale à droite).

Matériel	Utilisation / Variables relevées
❖ Cartes des sites	➤ Repérage
❖ Fiches de terrain (individuel + journalière)	➤ Prise de données
❖ Fiche "Nomenclature de la carapace"	➤ Marquage
❖ 2 Thermomètres	➤ Température à l'ombre / au soleil
❖ Hygromètre	➤ Taux d'humidité au sol / dans les cachettes
❖ GPS Garmin (précision 3 à 10 mètres) + piles	➤ Localisation des tortues, positionnement dans SIG, se repérer sur site
❖ Balance électronique	➤ Relevé de masse
❖ Pied à coulisse	➤ Mesures morpho-métriques (12)
❖ Clips + Scie	➤ Marquage
❖ Appareil photo	➤ Photo-identification
❖ Piluliers	➤ Récupération de fèces
❖ Carnet	➤ Prise de notes

Tableau 1 : Matériel utilisé pour le suivi par CMR.

b) Evaluation de la structure démographique

Chaque population a une structure démographique différente, qui traduit son état et donc sa viabilité à long terme. Il est pertinent de faire ressortir la structure des deux populations étudiées et de les comparer entre elles, de manière à mettre en avant l'influence de l'habitat dans la structure démographique.

Tout d'abord, il est intéressant de faire ressortir pour chacun des deux sites les effectifs de mâles et de femelles capturés durant les deux dernières années de suivi (2011 et 2012). Ainsi, un diagramme en barre sera réalisé pour Redon et Rouvède avec trois catégories : les individus femelles, les individus mâles et les indéterminés.

Dans un deuxième temps, je vais m'intéresser à la représentation des classes d'âge au sein des populations. Cependant, étant donné que la détermination de l'âge peut-être source d'erreur, il faut alors trouver une autre variable plus sûre et corrélée à cette dernière. Aussi, on se base sur la longueur maximale de la carapace (CL), qui est bien représentative de l'âge des tortues (Ballouard, comm. Pers.). Les individus d'une taille inférieure à 80 mm sont considérés comme immatures ; les sub-adultes mesurent entre 80 à 100 mm ; et les adultes font plus de 100 mm (Livoreil, 2009). La structure de la population du site aménagé (Redon) sera comparée à celle du site témoin (Rouvède) à l'aide d'histogrammes représentant l'effectif en fonction de la taille des individus. Avant tout, une corrélation entre la masse et la longueur de la carapace est effectuée, permettant ainsi d'enlever les points aberrants, synonymes d'erreurs de mesure.

c) Taux de croissance

Une grande première cette année reste les nombreuses recaptures de juvéniles sur le site de Redon. Ce phénomène est plutôt rare, puisque les tortues juvéniles sont généralement assez difficile à observer sur le terrain. Cela vient en partie du fait qu'au cours d'une journée donnée, les juvéniles sont moins actifs que les adultes. Ceci s'explique par leur masse corporelle réduite par rapport à celles des adultes. Ainsi, la sensibilité de leurs corps aux températures extrêmes, aussi bien froides que chaudes, est supérieure à celle des adultes. (Vetter, 2006) Ces nombreuses captures et recaptures de juvéniles est alors possible grâce à la disposition d'une grande quantité de plaques ondulées en fibrociment (figure 13). En effet, ces plaques, mises en place pour capturer les serpents, attirent aussi de manière conséquente les tortues juvéniles. Elles les utilisent comme refuge pour probablement passer la nuit ou simplement s'abriter. Ainsi, elles se retrouvent cachées sous ces plaques majoritairement tôt le matin ou en fin de journée. Une centaine de plaques sont comptabilisées sur Redon, dont soixante-dix ont été posées l'année dernière et une trentaine cette année.

Cette quantité importante de recapture de juvéniles est très utile, dans le but de calculer un taux de croissance moyen de la longueur maximale de la carapace de ces tortues. Cette donnée constitue un bon indicateur de l'état de santé de la Tortue d'Hermann. En effet, si celle-ci se porte bien, que l'habitat répond à ses besoins, elle grandira plus rapidement qu'une tortue évoluant dans un habitat défavorable. Selon Vetter (2006), la croissance des juvéniles est relativement rapide et se ralentit à l'approche de la maturité sexuelle, pour devenir quasi-nulle à l'âge adulte. Il est intéressant de pouvoir comparer le taux de croissance des juvéniles à celui obtenu pour les adultes. Ainsi, un taux de croissance journalier est calculé pour chacun des individus ayant été capturés en 2011 et 2012. Il n'y a jamais un intervalle d'un an complet, mais aussi pas le même nombre de jour, voire de mois, entre les premières et les deuxièmes captures. Il n'est alors pas pertinent de calculer un taux de croissance annuel moyen. Aussi, le taux de croissance journalier moyen de 47 adultes sera comparé à celui obtenu chez onze juvéniles (subadultes compris).

Ainsi, pour un individu, la taille obtenue en 2012 est soustraite à celle obtenue en 2011, et le tout est divisé par le nombre de jours séparant la première capture de la deuxième. Dans mon calcul, j'ai pris soin de soustraire les quatre mois d'hibernation au nombre de jours séparant la capture de 2011 à la recapture de 2012. Je me base donc sur l'année d'activité des tortues, considérant qu'elles ne grandissent pas pendant leur phase d'hibernation (Ballouard, comm. Pers.).



Figure 13 : Photo d'une plaque en fibrociment (ci-contre).



Figure 15 : Photo d'un radio-émetteur VHF.



Figure 14 : Photo d'une session de radiotracking avec le matériel nécessaire au suivi.



Figure 16 : Photos illustrant l'équipement des tortues (avec ci-dessus mes deux maîtres de stage, à savoir Jean-Marie BALLOUARD à gauche et Sébastien CARON sur la droite).



Selon Vetter (2006), la croissance des juvéniles devient proportionnellement beaucoup plus faible à compter de la sixième année de l'individu, c'est-à-dire au stade subadulte, et se poursuivra jusqu'à ce que l'animal atteigne sa taille maximale. Ainsi, pour rentrer plus dans les détails concernant la classe d'âge des juvéniles, et dans le but de pouvoir comparer mes données à une valeur de référence publiée par Vetter (2006), un taux de croissance annuel moyen est calculé pour huit individus juvéniles dont la taille ne dépasse pas 80 mm. De même, un taux de croissance annuel moyen de deux individus subadultes (CL=[80mm;100mm]) est calculé de manière à pouvoir le comparer au précédent. J'ai pris soin de sélectionner uniquement les individus ayant été recapturés en 2012 avec approximativement un an d'intervalle (plus ou moins un mois) par rapport à la capture en 2011.

I) 4. Suivi par radiotracking

Le système de suivi par radiotracking est basé sur la reconnaissance d'ondes émises par des émetteurs et captées à l'aide d'un récepteur (*AVM Instrument, modèle LA12-Q*) relié à une antenne directionnelle (Figure 14). Chaque tortue suivie par télémétrie est donc équipée d'un radio-émetteur (Figure 15), qui émet à une fréquence unique, ce qui permet de localiser l'individu à la demande.

Dans un premier temps, des sessions de prospection ont été effectuées pour capturer, puis équiper des individus. Elles furent effectuées par trois à quatre observateurs, du 24 au 26 mai sur le site de Redon, et du 29 au 31 sur le site de Rouvède. Durant les recherches, la méthode d'observation directe par affût a été utilisée pendant les phases de déplacements ou d'insolation de l'espèce. Etant un animal ectotherme, la tortue consacre un temps important à son activité de thermorégulation et est particulièrement visible pendant cette activité (Livoreil, 2009). De même, durant ses déplacements, la tortue est très bruyante et de ce fait facilement repérable d'autant plus lorsqu'elle circule sur la litière ou l'herbe sèche au sol (CEEP, 2005). Pour chaque individu capturé, une fiche d'identité, correspondant à la fiche de terrain CMR, a été complétée. Comme énoncé précédemment, cette fiche comprend des informations relatives aux conditions d'observation, aux caractéristiques de la tortue (sexe, âge, masse, dimensions), à son comportement, ainsi qu'aux particularités de l'habitat. Une fois ces tortues pesées et mesurées, elles sont équipées d'un radio-émetteur sur la carapace fixé par du mastic armé (Figure 16). Pour éviter de perturber les différents comportements des individus et d'influer sur leur état physiologique, le poids du matériel n'excède pas 10 % de la masse de l'individu (Lagarde *et al.*, 2008).

Concernant le choix des tortues, des critères spécifiques ont été préalablement établis pour la bonne crédibilité de l'étude. Les juvéniles et subadultes n'ont pas été utilisés dans cette étude en raison de leurs masses jugées insuffisantes pour supporter le matériel. De plus, les individus subadultes sont peu sédentaires et adoptent un comportement erratique jusqu'à l'âge adulte (Cheylan, 2001). Les tortues hybrides ont également été écartées de l'étude. Le sex-ratio est quant à lui équilibré, permettant une analyse comparative entre les sexes.

L'ensemble des tortues équipées a été suivi une fois tous les deux jours, afin d'obtenir un maximum de données concernant leur localisation (Annexe n°7 : Fiche de terrain). Les sessions ont débuté fin mai et ont duré jusqu'à mi-août. Pour éviter l'hyperthermie, ces reptiles ont une activité plus ou moins importante en fonction de la période de la journée. Il a été prouvé que *Testudo graeca* a une activité réduite aux heures chaudes de la journée (Ben Kaddour, 2005). Les études de terrain durant la saison estivale se sont donc essentiellement déroulées durant les plages horaires de 7h-12h et 16h-21h.

Les données récoltées (Tableau 2) permettent d'estimer le domaine vital de chaque tortue, de préciser leurs habitats préférentiels et de surveiller leur condition corporelle.

Matériel	Utilisation / Variables relevées
❖ 2 Cartes des sites	➤ Repérage
❖ Fiches de terrain (radiotrack + journalière)	➤ Prise de données
❖ 2 Thermomètres	➤ Température à l'ombre / au soleil
❖ 1 Hygromètre	➤ Taux d'humidité au sol / dans les cachettes
❖ 1 GPS + piles	➤ Localisation des tortues (domaines vitaux)
❖ 1 Balance électronique	➤ Relevé de masse
❖ 14 Emetteurs VHF	➤ Suivi de 14 individus
❖ 1 Antenne à trois brins, 1 boîtier récepteur et 2 câbles	➤ Capter les fréquences des tortues
❖ 1 Mètre	➤ Hauteur de la végétation
❖ Etiquettes	➤ Marquer les cachettes
❖ 1 DèS	➤ Direction du point à 25 (hasard)
❖ Carnet	➤ Prise de notes
❖ Téléphone portable	➤ Heure

Tableau 2 : Matériel utilisé lors du suivi par Radiotracking

a) Etendue des domaines vitaux

Les données GPS relevées sur le terrain ont été converties en format Lambert II étendu à l'aide du logiciel Circé 3.2, pour pouvoir les reporter ensuite sur un fond de carte à l'aide du logiciel Arc-Gis 9.3. Pour évaluer la taille du domaine vital, la méthode des polygones convexes (MCP) est employée. Pour ce faire, j'ai utilisé le logiciel R 2.14.1 qui m'a donné deux estimations de l'aire des domaines vitaux : une en prenant en compte tous les points GPS (MCP à 100%) et une autre en écartant 5% des points les plus éloignés par rapport aux barycentres des domaines vitaux (MCP à 95%). J'ai gardé les estimations obtenues avec la MCP à 100%, considérant que celles obtenues avec une MCP à 95% est une sous-estimation de la taille des domaines vitaux. Pour afficher les domaines vitaux sur Arc-Gis, il est nécessaire d'utiliser l'outil Hawth's Analysis Tools. Cet outil utilise les points les plus extrêmes de chaque tortue pour construire le plus petit polygone convexe englobant toutes les autres positions relevées. Cette méthode est plus fiable que la méthode de Kernel qui donne des domaines vitaux variables en fonction du coefficient de lissage (Row et Blouin-Demers, 2006).

Des analyses sont faites dans le but de savoir si le sexe et le site ont une influence sur les domaines vitaux. Souhaitant comparer les moyennes de la taille des domaines vitaux obtenues par sexe et ensuite par site, la normalité des données obtenues pour l'aire des domaines vitaux est testée avec le test de Shapiro-Wilk. Ces données ont subi une transformation logarithmique de base dix, de manière à ce qu'elles puissent suivre une loi normale. Ces valeurs de la taille des domaines vitaux respectent la règle d'homoscédasticité (égalité des variances) selon les facteurs (sexe ou site), ce qui est également testé sous R. Ainsi, des tests de Student ont été réalisés, dans le but de savoir si il existe un effet du sexe sur la taille des domaines vitaux, sur chacun des sites. De la même manière, j'ai tenté de percevoir à l'aide de tests de Student un « effet site » sur la taille des domaines vitaux, entre les femelles, puis les mâles. Concernant tous les tests effectués, le seuil d'erreur α est fixé à 0,05.

b) Choix des macro- et micro-habitats

Les macro-habitats sont répertoriés en huit classes distinctes : friche, taillis, lisière, roncier, futaie, garrigue, garrigue sous futaie et garrigue sous taillis. Les micro-habitats, quand à eux, sont classés en cinq catégories : soleil, herbes hautes, petit buisson, gros buisson et ombre. En outre, le micro-habitat est plus précisément décrit par les pourcentages de recouvrement des strates herbacées, sous-arbustives, arbustives et arborescentes.

Un relevé de végétation est effectué dans une direction aléatoire (déterminée à l'aide d'un dé à huit faces) à 25 mètres de la tortue. Ce type de relevé est fait tous les deux suivis. Cela permet d'avoir une idée des habitats disponibles pour la tortue dans un rayon qui lui est accessible.

Concernant les analyses, les effectifs des tortues rencontrées dans les différents macro-habitats sont comparés à l'aide d'un test de Chi-deux d'homogénéité.

Pour comparer l'utilisation des différents micro-habitats par les tortues, des Analyses en Composante Principale (ACP) sont réalisées en utilisant les variables suivantes : le recouvrement des différentes strates, la couverture de la canopée, le nombre d'arbres dans un cercle de cinq mètres de diamètre autour de la tortue, les températures, l'hygrométrie, le climat (soleil - soleil partiel - nuage - averse), etc. L'ACP permet de placer tous les relevés dans un plan. Cela facilite la comparaison des micro-habitats exploités entre le site aménagé et le site témoin. De plus, le point à 25 donne la possibilité de mettre en parallèle les micro-habitats exploités avec ceux disponibles à vingt-cinq mètres de la tortue pour les deux sites, afin de dégager des préférences.

c) Indice de Condition Corporelle

L'état physiologique des individus est évalué à partir de l'Indice de Condition Corporelle (ICC) des individus. Il est probablement l'un des indices les plus fiables pour estimer la condition trophique des individus et ainsi leur santé. C'est donc un outil pertinent pour évaluer les éventuels bénéfices d'un apport hydrique et alimentaire (Bertolero, 2003).

Le suivi des tortues équipées permet d'observer si la présence d'eau est bénéfique sur leur indice corporel. Un fort indice corporel se traduit par une meilleure alimentation, une meilleure thermorégulation, ce qui engendrerait une meilleure reproduction et donc un renforcement à long terme de l'espèce sur les sites.

La masse corporelle et la longueur de la dossière sont mesurées au gramme et au millimètre près. Chacune des tortues équipées est pesée en moyenne tous les 15 jours, pour avoir un suivi de leurs indices de condition corporelle tout au long de l'étude. Ces mesures effectuées sur les deux sites étudiés, de manière à pouvoir les comparer, permettent de voir si les points d'eau ont un effet sur l'indice corporel des tortues.

L'ICC des individus est calculé en utilisant les résidus issus de la relation $\log(BM^*) = \log(CL^*)$, où BM est la masse de l'individu à un temps t et CL la longueur de la carapace (Bonnet *et al*, 2001 ; Willemsen & Hailey, 2002 ; Willemsen *et al.*, 2002).

Nous partons du principe qu'en général un fort ICC montre une bonne condition physique. Un indice corporel de -0.1 correspond à environ 80 % du poids attendu, appelé seuil « dangereusement bas » de Jackson (Jackson, 1980).

Les ICC de chaque individu au cours du temps ont été calculés sous le logiciel R, en séparant les femelles et les mâles, pour que les résidus obtenus soient les plus représentatifs possibles de la condition corporelle des tortues. En effet, l'existence d'un dimorphisme sexuel de taille chez la Tortue d'Hermann est à prendre en considération dans le calcul de l'ICC.

Les analyses consistent en une comparaison des indices corporels entre les sites et entre les sexes, ainsi qu'une comparaison dans le temps. Pour ce faire, des analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées. Etant donnée que l'ICC est calculé à plusieurs reprises pour chaque individu (disposant de cinq à sept mesures de masse par individu au cours du suivi), ces données sont ainsi appariées, ce qui nécessitera l'emploi d'une ANOVA à mesures répétées.



Figure 17 : Photos d'une tortue en cachette estivale.



Figure 18 : Photo d'un point d'eau fixe
(point d'eau du cabanon).



Figure 19 : Photo d'un point d'eau temporaire.



Figure 20 : Photo de traces de tortues
sur le sable, observées aux abords
d'un point d'eau fixe.

I) 5. Utilisation des points d'eau artificiels

Les apports en eau sont en partie assurés par l'alimentation, mais les tortues adultes peuvent aussi parcourir de longues distances (plusieurs centaines de mètres en une demi-journée) pour rejoindre un point d'eau. La fréquence de ces comportements augmente avec l'arrivée de l'été et dépend fortement du régime des pluies. En l'absence de celles-ci, il semblerait que certaines tortues s'abreuvent environ toutes les trois semaines (Cheylan et al., 2009).

Mais l'hydro-régulation des tortues se fait aussi par un choix d'habitat (terriers, ubacs...) et aussi par le ralentissement de leur activité, avec un enterrement léger régulier au cours de l'été (Figure 17).

Au cours de l'hiver 2010-2011, trois points d'eau permanents ont été créés par le CEN-PACA sur le site de Redon (Figure 18). Afin de réaliser une évaluation rigoureuse, six autres points temporaires (Figure 19) ont été réalisés par la SOPTOM au début du mois de juin 2011. Ces derniers sont situés dans une zone boisée, habitat propice aux tortues en saison estivale. Ils ont été remis en eau à partir du 20 Juin. Sur les six, seuls trois sont remplis et trois autres sont laissés vides. Des alternances sont faites toutes les semaines jusqu'à fin août, de manière à ce qu'un point d'eau ne reste pas vide plus de quinze jours consécutifs. Les points d'eau du CEN-PACA sont des témoins positifs puisqu'ils restent en eau tout l'été, alors que les points d'eau de la SOPTOM sont soumis à deux états (vide = témoin négatif ou plein = test) durant la période estivale.

a) Relevé d'empreintes aux abords des points d'eau

Du sable est disposé autour des points d'eau, dans le but d'estimer leur fréquentation. Cela permet l'observation de traces laissées par les tortues (Figure 20). Un relevé régulier de ces empreintes est effectué, en moyenne tous les deux jours. Lorsque le passage d'une tortue est constaté, l'écart entre les pattes droites et gauches est mesuré à trois reprises, pour obtenir une largeur moyenne de la tortue. Ceci permet d'estimer l'âge des individus.

Un histogramme des classes de taille d'écart entre les pattes a été réalisé à l'aide du logiciel R 2.14.1. Par la suite, deux diagrammes en barre ont été réalisés. L'un présente le nombre de traces de tortues observées par point d'eau, pour avoir une idée de ceux qui sont les plus utilisés. Le second met en avant le nombre de traces trouvées en fonction de la période. De même, concernant uniquement les points d'eau temporaires, le nombre de visites à l'état vide sera comparé au nombre de visites à l'état plein pour chacun d'entre eux.

b) Pièges photo

L'invention du piège photographique par George SHIRAS à la fin des années 1890 et son utilisation par les chasseurs 100 ans plus tard a fourni aux scientifiques et aux gestionnaires un outil puissant pour collecter des données sur la faune. La majorité des études concernent les mammifères et les oiseaux cryptiques en Amérique du Sud, Asie et Afrique (Karanth *et al.*, 2004). Les pièges photos sont pour le moment utilisés pour faire des suivis spécifiques : présence/absence, estimation de densité, paramètres populationnels et patterns d'activité (Silveira *et al.*, 2003). Ces pièges photo offrent la possibilité de mettre en place un suivi par chrono-séquençage, où il est alors possible de définir un intervalle de prises de vue. Le principe repose sur une technique d'échantillonnage instantanée, appelée « *san sampling* » (Altmann, 1974).

Ainsi, sur les six points d'eau temporaires, des pièges photo (Moultrie Plotstalker) ont été placés à partir du 24 juin (Figure 21). Ils sont programmés pour capturer une image du point d'eau et de ses alentours toutes les cinq minutes de sept à vingt-et-une heures, tous les jours. Afin de pouvoir identifier facilement les tortues fréquentant les points d'eau, certains numéros d'identification ont été peints l'année dernière sur quelques carapaces. De même, un autre piège-photo (Reconyx MC500) a été installé sur un point d'eau fixe. Il a enregistré des images en continu toutes les cinq minutes. Ceci a permis de récolter de nombreux clichés nocturnes et d'avoir aussi une idée de la faune fréquentant ce point d'eau la nuit.

Figure 21 : Piège photo



Figure 22 : Photo de la réalisation d'une prise de sang dans la veine nucale de la tortue.

Saison	Sites	Prospection simple (CMR)	Prospection via Radiotrack	Effort de prospection
Printemps	Redon	66 demi-journées	25,5 demi-journées	91,5 demi-journées
	Rouvède	25 demi-journées	17,5 demi-journées	42,5 demi-journées
Eté (jusqu'au 31 juillet)	Redon	3 demi-journées	44,5 demi-journées	47,5 demi-journées
	Rouvède	0 demi-journée	26 demi-journées	26 demi-journées
Printemps et été	Redon & Rouvède	94 demi-journées au total	113,5 demi-journées au total	207,5 demi-journées au total

Tableau 3 : Synthèse de la pression d'échantillonnage effectuée sur Redon et sur Rouvède, au printemps puis en été, en séparant la prospection simple de la prospection effectuée en radiotracking.

Les photos récoltées n'ont malheureusement pas eu le temps d'être totalement traitées, faute de temps et de personnels. Les données qu'elles fournissent ne sont alors pas analysées dans le présent rapport.

Concernant les analyses, il aurait été intéressant de comparer le nombre total de tortues observées grâce aux pièges photo à celui obtenu par observation d'empreintes. Puis, concernant les points d'eau temporaires dans la forêt, qui ne se trouvent pas très loin les uns des autres, les photos permettent d'observer si les tortues identifiées sont fidèles à un point d'eau en particulier ou si elles en fréquentent plusieurs. De même, des précisions sur les horaires de fréquentation peuvent être obtenues grâce à ce procédé. Ainsi, ces données constituent une source d'informations complémentaires non-négligeable, permettant d'en dire plus sur le comportement des tortues vis-à-vis de ces points d'eau.

c) Evaluation du stress hydrique par prise de sang

Il semblerait qu'un apport régulier en eau et en nourriture réduise le stress basal et hydrique des reptiles (Davis et DeNardo, 2009 ; Peterson, 2003). Des prises de sang ont été réalisées fin mai et début août sur tous les individus équipés, ainsi que ceux trouvés en CMR à l'instant présent, sur chacun des sites (Figure 22). De nombreux bio-marqueurs ont été mesurés (métabolites et glycémie). Un dosage de l'hématocrite a également été effectué ; celui-ci permet de déterminer l'état de santé de l'animal. Le taux d'hématocrite dans le sang constitue la proportion de globules rouges par rapport au plasma ; il constitue donc un bon indicateur concernant l'estimation du stress hydrique que subissent les tortues. Ainsi, une tortue bien hydratée aura une proportion de globules rouges relativement faible, puisqu'elle contiendra une plus grande quantité de plasma que les tortues qui sont en manque d'eau. De même, un dosage de l'hormone de stress, la corticostérone, est aussi réalisé de manière à pouvoir mesurer le stress basal. L'ensemble de ces analyses sont aujourd'hui en cours ; les résultats ne pourront malheureusement pas être présentés dans ce rapport.

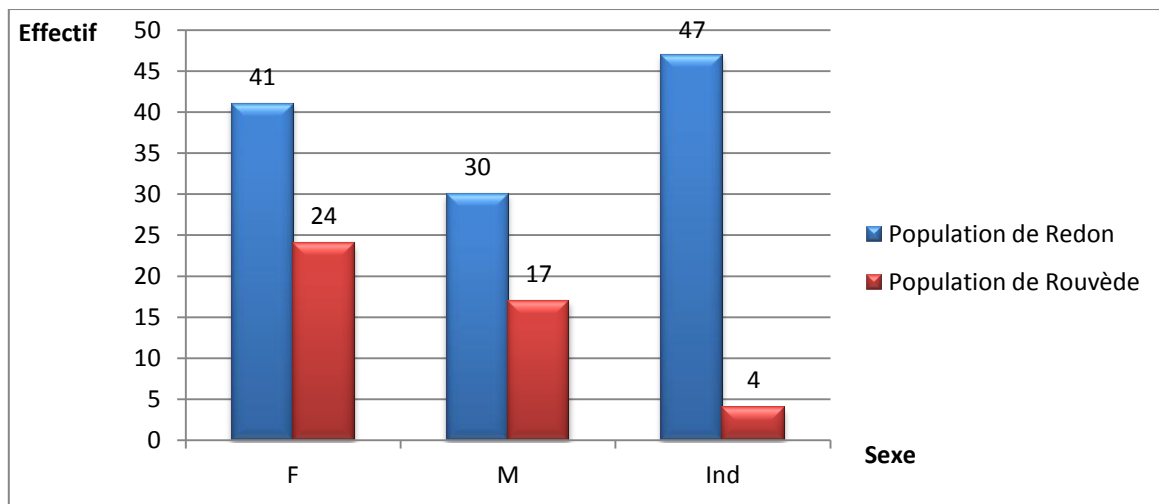


Figure 23 : Comparaison des effectifs de tortues selon le sexe dans chacune des populations étudiées.

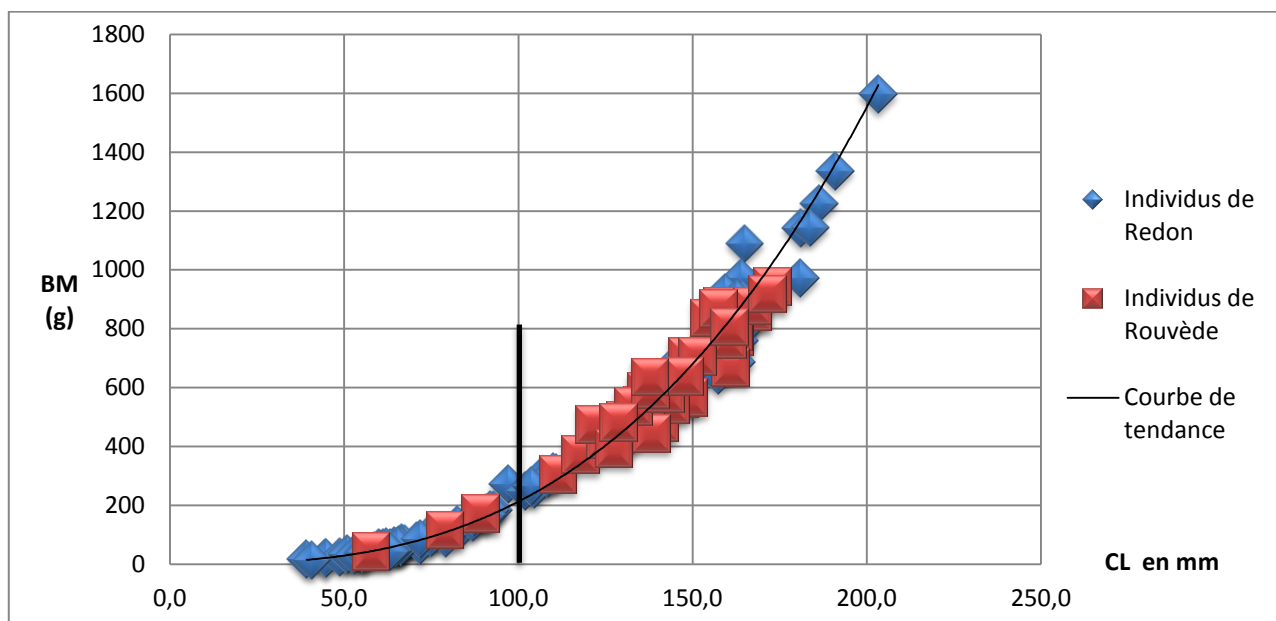


Figure 24 : La masse (BM) des individus en fonction de leur taille (CL).

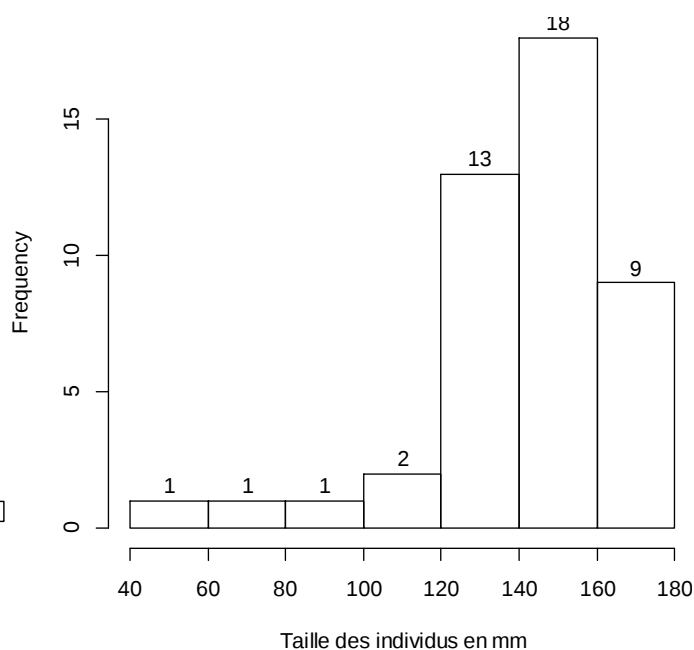
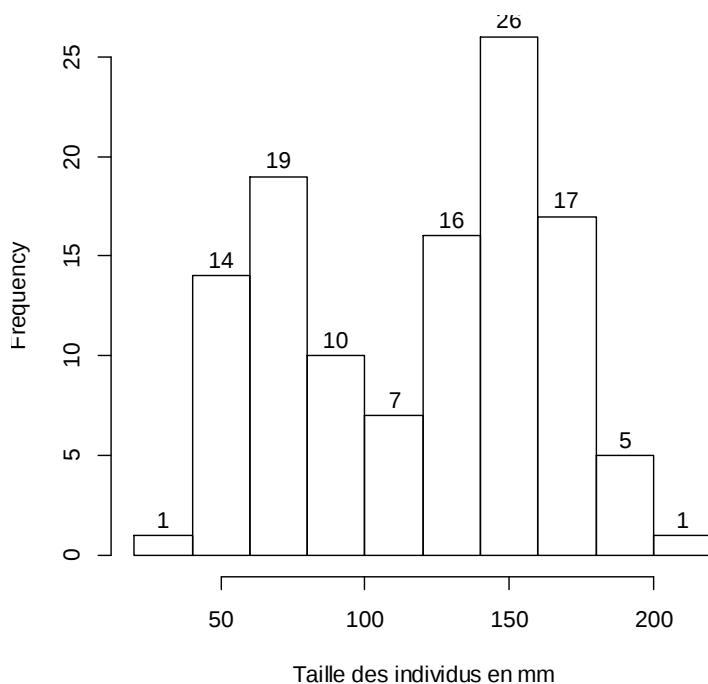


Figure 25 : Structure de la population de Redon.

(Attention : Frequency = Nombre d'observation)

Figure 26 : Structure de la population de Rouvède.

II) Résultats

Les résultats présentés ci-dessous proviennent de l'analyse des données récoltées jusqu'au 31 juillet 2012.

II) 1. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture

a) Taux d'observation horaire

Cette année sur Redon, on comptabilise 161 observations de tortues, dont 38 captures et 49 recaptures des années précédentes, entre le 27 mars et le 31 juillet 2012. De nombreuses recaptures de tortues capturées dans l'année ont également été effectuées (N=74), un individu ayant notamment été recapturé huit fois. Il est intéressant de savoir que sur ce site, on comptabilise en tout 278 tortues marquées.

Sur Rouvède, on comptabilise 40 observations d'individus, dont six captures et dix-neuf premières recaptures, entre le 29 mars et le 30 juillet 2012. Il est à noter que sur Rouvède seulement 50 individus sont marqués.

Concernant l'effort de prospection, un tableau Excel a été établi en séparant la période estivale du printemps (Tableau 3). Celui-ci répertorie le nombre de demi-journées (plus de 2h à 4h de prospection) par personne passées sur chacun des deux sites, aussi bien en radiotracking, qu'en prospection simple. Le temps voué au radiotracking est considéré comme un temps de prospection par défaut. En effet, cette prospection, étant limitée aux zones parcourues lors du suivi téléométrique et n'étant pas le but premier de notre présence sur le site, ne constitue en aucun cas la même pression d'échantillonnage que lors de prospections simples. Ainsi, son résultat n'est pas très exhaustif, mais n'est pas à exclure, puisque nombreuses captures et recaptures d'individus ont été réalisées lors du suivi par radiotracking des individus équipés.

Le taux d'observation horaire correspond au nombre moyen de tortues observées par heure sur chacun des sites. Ce calcul est effectué à partir des tortues capturées au printemps et en prospection simple uniquement. Ainsi pour Redon, on obtient un taux d'observation horaire de 0,31, tandis qu'à Rouvède il est de 0,27 tortues par heure.

b) Evaluation de la structure démographique

Les résultats obtenus ont été tirés à partir des "données CMR" de 2011 et 2012, pour voir apparaître dans nos échantillons le plus de jeunes possible, sans que les effectifs par classes d'âges soit faussés par un pas de temps excessif. En effet, en prenant en compte les données de deux années successives, et en négligeant l'influence que cela peut avoir sur les résultats, ceci agrandit l'échantillon, qui est alors bien plus représentatif de la population. Aussi, l'échantillon du site de Redon compte 118 individus, tandis que l'échantillon du site de Rouvède en comptabilise 45.

La figure 23, représentant les effectifs selon les sexes dans chacun des deux échantillons étudiés, met en évidence une faible majorité de femelles par rapport aux mâles. Le sex-ratio légèrement en faveur des femelles est équivalent sur les deux sites (environ 58%). Les individus indéterminés sont représentés par des tortues n'ayant pas atteint leur maturité sexuelle. On distingue une différence remarquable entre l'effectif des immatures sur le site de Redon et celui du site de Rouvède. Ainsi, 40% des individus de la population de Redon sont des immatures contre seulement 9% sur le site de Rouvède. Ceci va être détaillé par la suite, lors des représentations graphiques des effectifs par classe de taille.

Concernant le nuage de points représentant la masse en fonction de la taille de chaque individu (figure 24), aucun point aberrant n'apparaît. Aucune erreur de mesure n'est à considérer. Les tortues grandissent tout au long de leur vie, ce qu'illustre bien cette figure. La ligne noire sépare les individus immatures, des adultes. Ainsi, on remarque qu'étant immatures, les tortues grandissent plus que ce qu'elles ne prennent du poids, puis ce phénomène s'inverse à l'âge adulte, leur croissance devenant beaucoup moins importante.

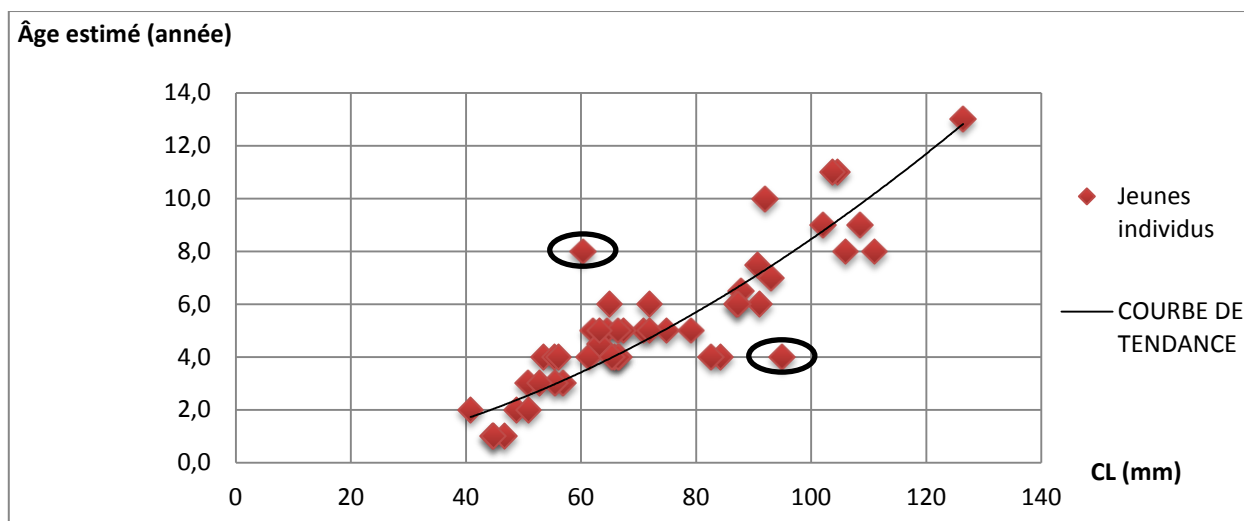


Figure 27 : Nuage de points représentant l'âge estimé des tortues en fonction de leur taille.

Clip des tortues	Sexes	Sites	Domaines vitaux (ha)	Noms
950	M	Redon	2,02	Hendrix
A12	M	Redon	0,80	Yoris
A958	M	Redon	1,69	Aramis
C426	F	Redon	3,66	Pâté
D313	F	Redon	5,19	Lili
L200	M	Rouvède	6,77	Pitchou
L344	F	Redon	4,56	Douchka
L433	M	Rouvède	1,22	Loulou
L556	F	Rouvède	5,32	Prospère
L731	F	Redon	14,03	Mononoké
L733	M	Redon	1,63	Dartagnan
L780	M	Rouvède	9,06	Loustic
L800	F	Rouvède	1,03	Teckla
O512	F	Rouvède	4,09	Méli

Tableau 4 : Domaines vitaux des tortues suivies.

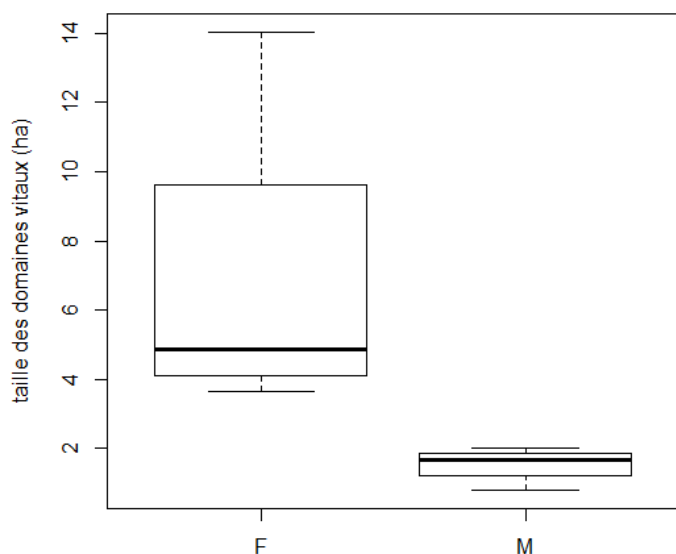


Figure 28 : Influence du ^{sexe} sur la taille des domaines vitaux à Redon.

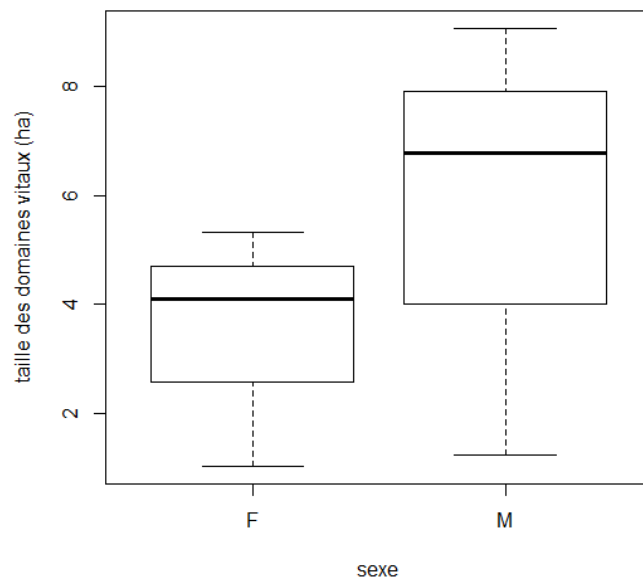


Figure 29 : Influence du sexe sur la taille des domaines vitaux à Rouvède .

L'histogramme de la structure de la population de Redon (figure 25) met en évidence un effectif élevé de juvéniles (29%), ainsi qu'un léger déficit d'observation de sub-adultes (8%) et jeunes adultes (6%). Une majorité d'adultes entre 140 et 160 mm est à distinguer (22%). Celui concernant la population de Rouvède (Figure 26) montre clairement un fort déficit d'immatures et de jeunes adultes, avec un effectif majoritaire pour les adultes également compris entre 140 et 160 mm (40%). Ainsi, la structure de la population est complètement différente d'un site à l'autre.

La figure 27 permet de vérifier l'estimation de l'âge des jeunes individus en fonction de leurs tailles. Ainsi, on remarque qu'il y a seulement deux grosses erreurs d'estimation. Seulement, ces résultats ne donnent pas les mêmes classes d'âge que celles décrites par Barbara Livoreil (2009). Ainsi, d'après cette figure, les tortues atteignent l'âge adulte à partir de 120 mm. Ceci peut provenir en partie du fait que plus les individus sont âgés, plus il est difficile d'estimer correctement leur âge.

c) Taux de croissance

Le taux de croissance journalier moyen des tortues immatures est de 0,04 mm par jour, contre 0,007 mm par jour en moyenne pour les adultes. Ce dernier taux est plus de 5,7 fois plus petit que celui des immatures. De manière générale, on peut alors dire que les individus immatures grandissent en moyenne six fois plus rapidement que les individus adultes.

Le taux de croissance annuel moyen des tortues juvéniles (de 40 à 80 mm) est de 11,5 mm par an, tandis que pour les individus subadultes (de 80 à 100 mm) le taux de croissance annuel moyen obtenu est de 9,2 mm. Ce dernier est sensiblement plus faible que celui des juvéniles. Cependant ce résultat reste limité dans la mesure où la classe des subadultes ne compte que deux individus.

II) 2. Suivi par radiotracking

a) Etendue des domaines vitaux

Le tableau 4 présente les surfaces des domaines vitaux obtenues par la MCP à 100% pour chaque tortue suivie (Annexes 9 et 10 : Cartographie). Il en ressort une grande variabilité. Ainsi le plus petit domaine vital est de 0,80 ha, tandis que le plus grand est de 14 ha.

Concernant l'existence probable d'un "effet sexe" sur la taille des domaines vitaux, deux résultats différents sont obtenus selon le site étudié. Sur le site de Redon, une différence non-négligeable entre les surfaces parcourues par les mâles (moyenne = 1,53 ha) et celles parcourues par les femelles (moyenne = 6,86 ha) est observé (Figure 28). Aussi, la valeur de la plus petite superficie obtenue pour la taille du domaine vital des femelles est toujours plus importante que la valeur maximale obtenue pour les mâles. Le test de Student effectué montre qu'il existe une différence significative au seuil de 5% entre les aires des domaines vitaux des femelles et des mâles (p -value = 0.01026). Ces derniers ont un domaine vital plus restreint que les femelles sur le site de Redon. Ce qui n'est pas le cas sur le site de Rouvède. En effet, la moyenne de la taille des domaines vitaux des mâles (5,68 ha) est supérieure à celle des femelles (3,48 ha) (Figure 29). En outre, le test de Student ne démontre aucune différence significative sur le site de Rouvède entre les domaines vitaux des mâles et ceux des femelles (p -value = 0.6454). Aucune influence du sexe n'est à constater sur la population de Rouvède.

L'effet du site a été testé à deux reprises en séparant les individus mâles des individus femelles, puisque l'effet sexe n'est présent que sur le site de Rouvède. Dans un premier temps, chez les tortues femelles, le test de Student ne démontre aucune différence significative des domaines vitaux entre les sites (p -value = 0.2906). D'après la figure 30, la moyenne de la taille des domaines vitaux des femelles suivies sur Redon (6,86 ha) est supérieure à celle obtenue pour les femelles suivies sur Rouvède (3,48 ha).

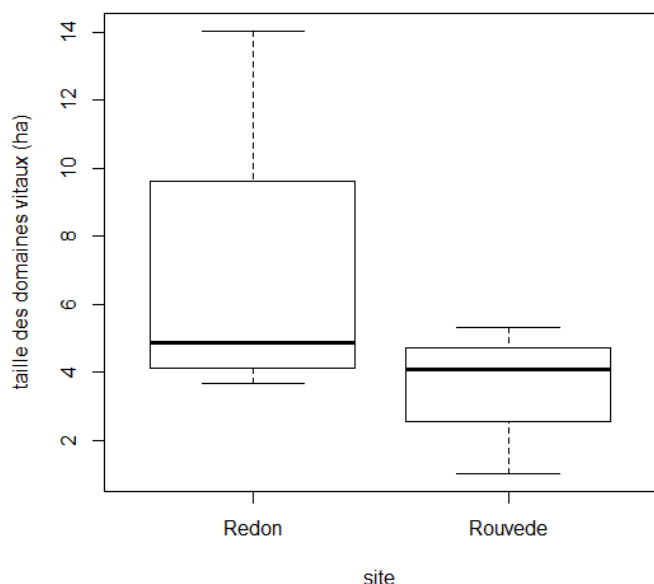


Figure 30 : Influence du site sur la taille des domaines vitaux des tortues femelles.

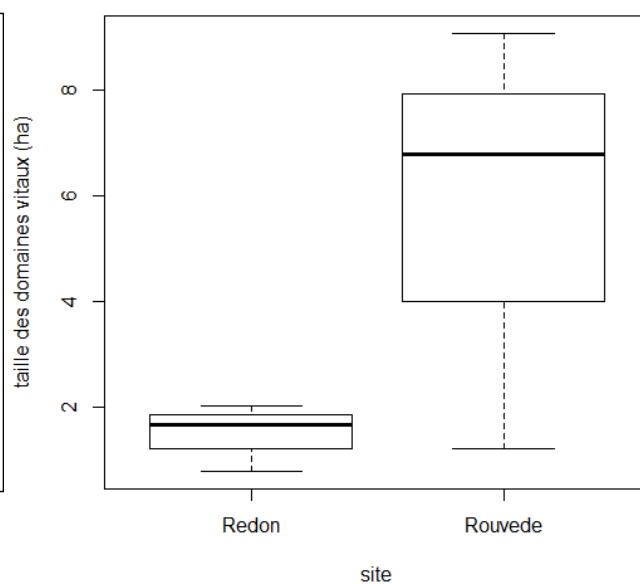


Figure 31 : Influence du site sur la taille des domaines vitaux des tortues mâles.

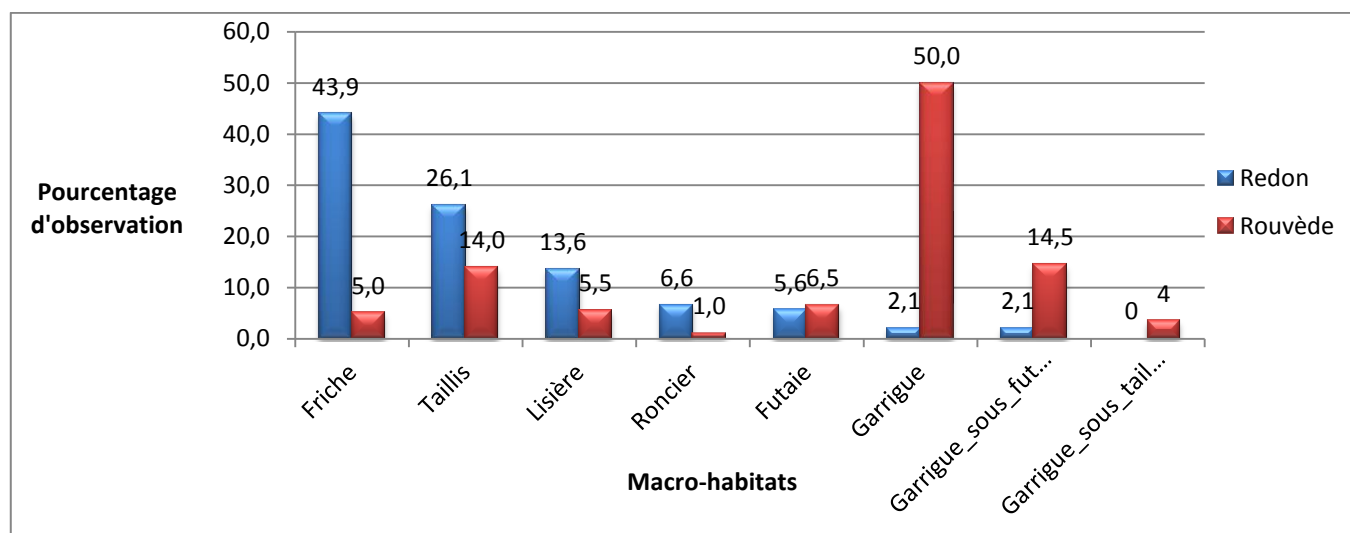


Figure 32 : Différence de fréquentation des macro-habitats selon les sites.

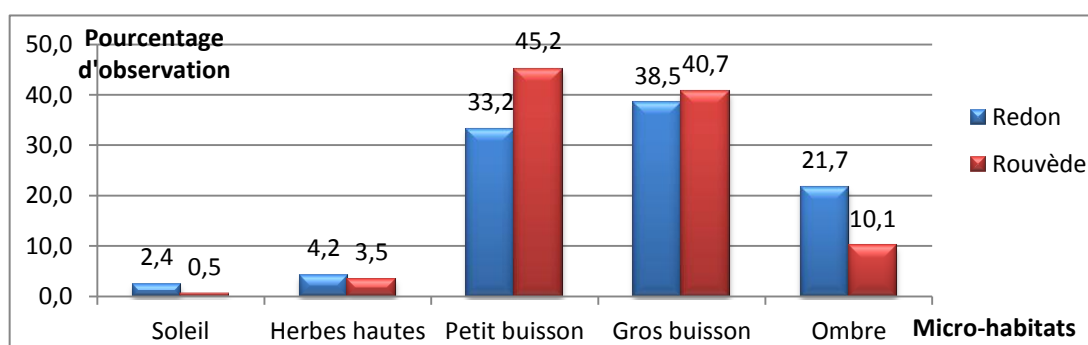


Figure 33 : Pourcentage d'observation des tortues en fonction des différents micro-habitats.

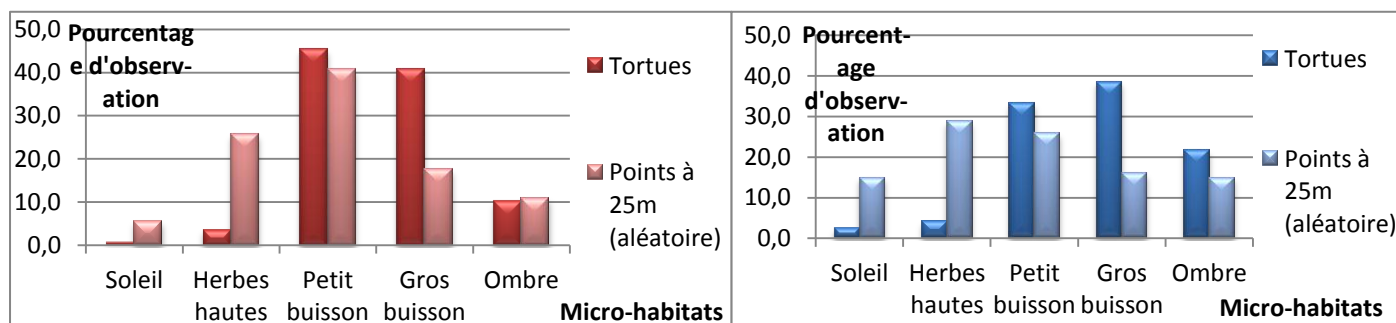


Figure 34 : Différence entre les micro-habitats relevés auprès des tortues et des points aléatoires sur Rouvède à gauche et Redon à droite.

Dans un deuxième temps, chez les individus mâles, une différence remarquable de plus de quatre hectares dans les moyennes est à prendre en compte (figure 31). En effet, la moyenne de la surface des domaines vitaux des mâles à Redon est de 1,53 ha, tandis que celle des mâles suivis à Rouvède est de 5,68 ha. Cependant, d'après le test de Student, il n'existe pas de différence significative entre ces moyennes au risque $\alpha = 0,05$ (p-value = 0.2246). Toutefois, une tendance à évoluer, en ce qui concerne les mâles, sur un domaine vital plus petit sur Redon que sur Rouvède est, de mon point de vue, à prendre en considération.

b) Choix des macro- et micro-habitats

Tout d'abord, en ce qui concerne les macro-habitats, la figure 32 nous donne un premier aperçu des différences de fréquentation entre les deux sites. En effet, sur le site aménagé (Redon), les macro-habitats les plus fréquentés sont les friches (44%), les taillis (26%) et les lisières (14%) ; tandis que sur le site témoin (Rouvède), 50% des observations se retrouvent dans de la garrigue, 14,5% représente de la garrigue sous futaie et 14% du taillis. Ces différences proviennent en grande partie de la morphologie des sites eux-mêmes, qui diffèrent aussi bien au niveau paysager qu'au niveau de l'habitat. En effet, à Redon, les friches sont nombreuses et il n'y a que très peu de zones de garrigue. De même, les taillis et les zones de transition, telles que les lisières, sont bien représentés. En contrepartie, le site de Rouvède ne possède que très peu de friches encore semi-ouvertes, la plupart ayant déjà évolué en garrigue.

En ce qui concerne le test d'homogénéité du Chi-deux, on émet l'hypothèse H_0 selon laquelle les distributions observées au sein des macro-habitats sont semblables pour les deux populations étudiées. Le résultat obtenu annonce une différence significative au seuil de 1% (X-squared valeur numérique = 247.24 >>> valeur tabulée $X^2_{1\%} = 13,3$ et p-value < $2.2e-16$). Cela accrédite le fait que les deux populations suivies possèdent des caractéristiques particulières liées aux sites.

Dans un deuxième temps, concernant les micro-habitats, la figure 33 montre une nette préférence des tortues pour les petits et gros buissons aussi bien à Redon qu'à Rouvède (38 et 39 % des observations sur les deux sites confondus). Cependant, une petite différence dans le choix des micro-habitats entre les individus des deux sites est à relever. Ainsi, le micro-habitat "ombre" semble plus utilisé par les tortues de Redon que par celles de Rouvède. Ce dernier ne correspond pas forcément à une zone très fermée et ombragée en permanence (dont la couverture de la canopée serait de 80 à 100%), mais plutôt à une zone boisée dont le micro-habitat contient en bonne partie de la strate arborescente.

La figure 34 illustre la comparaison des micro-habitats fréquentés par les tortues avec les micro-habitats disponibles sur chacun des sites. Les tortues sembleraient éviter les micro-habitats "soleil" et "herbes hautes", pourtant omniprésents sur les deux sites.

En outre, les trois ACP effectuées permettent d'obtenir plus de détails quant aux choix des micro-habitats en faisant ressortir de nombreuses variables explicatives. Les deux premières effectuées rassemblent les relevés au niveau des tortues (en vert) en comparaison des relevés correspondants aux points aléatoires (en violet) et ceci pour le site de Redon (Figure 35), puis pour celui de Rouvède (Figure 36). En observant finement ces deux projections des relevés dans le plan factoriel, il apparaît une petite différence quant à la répartition des "points tortues" et des points aléatoires. En effet, les points correspondants aux tortues ne semblent pas complètement répartis sur tout le plan, comme c'est le cas pour les points aléatoires. Ainsi, un intérêt va être porté sur l'axe 2 qui limite la répartition des individus. Cet axe correspond aux variables biotiques du micro-habitat, tandis que l'axe 1 correspond aux variables climatiques. Plus précisément la principale variable contribuant à l'axe 2 est la couverture de la canopée, mais il constitue également un gradient de pourcentage de litière au sol, de hauteur de végétaux, de strate arborescente, etc., ainsi qu'un gradient inverse de pourcentage de strate herbacée (Tableau 5). Ainsi, il en ressort que les tortues ne fréquentent guère les milieux très fermés, ni très ouverts tels que les prairies.

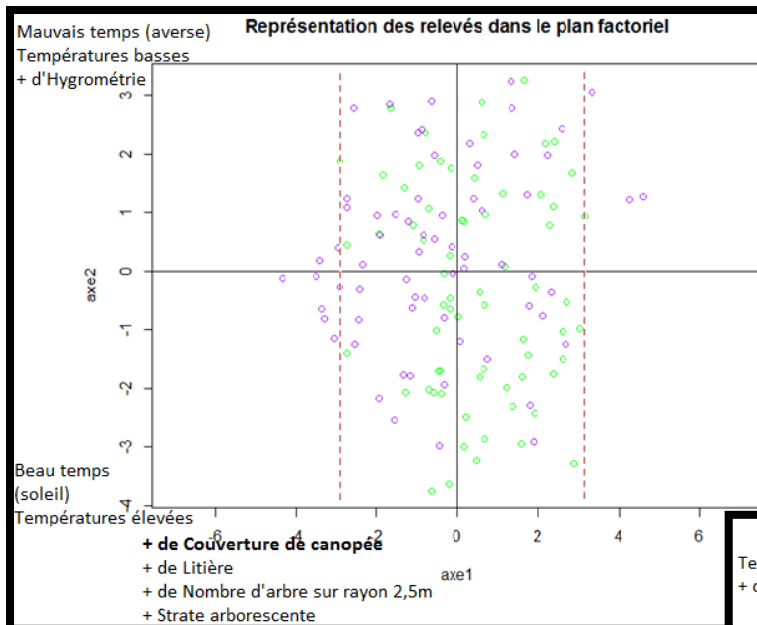
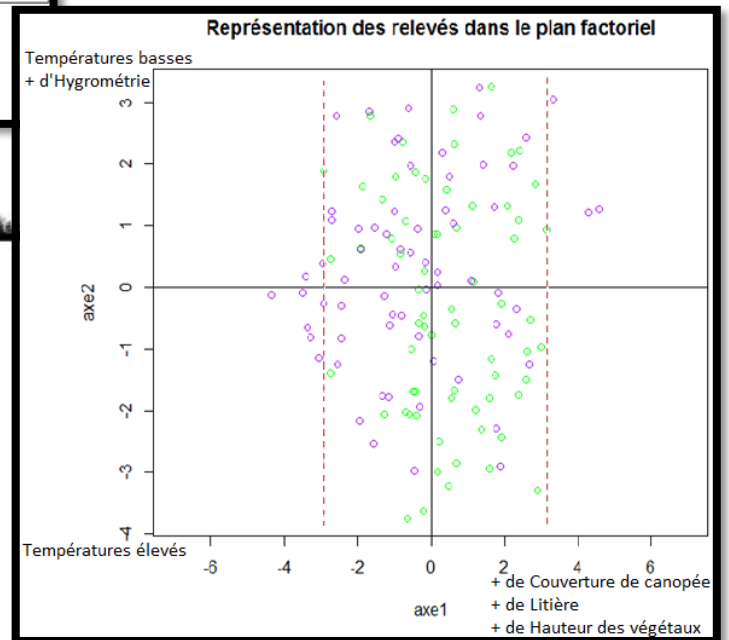


Figure 35 : Représentation graphique de l'ACP effectuée pour caractériser les micro-habitats sur le site aménagé (Redon), les points en vert représentant les relevés effectués au niveau des tortues et les points violets correspondent aux points aléatoires à 25 mètres.



Figure 36 : Représentation graphique de l'ACP effectuée pour caractériser les micro-habitats sur le site témoin (Rouvède).



Tortues vs points aléatoires sur site aménagé (Redon)			Tortues vs points aléatoires sur site témoin (Rouvède)			Tortues site témoin vs tortues site impacté		
Variables	Comp1	Comp2	Variables	Comp1	Comp2	Variables	Comp1	Comp2
Climat	0,601	0,178	Climat	0,511	0,077	Climat	0,479	0,298
Vent	-0,149	-0,020	Vent	-0,522	-0,120	Vent	-0,326	-0,106
Tp_ombre	-0,784	0,142	Tp_ombre	-0,607	-0,392	Tp_ombre	-0,814	-0,106
Tp_soleil	-0,740	0,123	Tp_soleil	-0,775	-0,366	Tp_soleil	-0,837	-0,025
Sol_nu	-0,002	0,493	Sol_nu	0,126	-0,372	Sol_nu	-0,046	0,417
Litière	-0,171	-0,811	Litière	-0,379	0,626	Litière	-0,076	-0,727
Roche	-0,081	0,537	Roche	0,249	-0,345	Roche	0,048	0,382
Bois	0,267	-0,372	Bois	-0,220	0,194	Bois	0,206	-0,082
Strat_musci	-0,124	0,053	Strat_musci	0,356	0,216	Strat_musci	0,162	0,058
Strat_herb	0,143	0,514	Strat_herb	0,152	-0,551	Strat_herb	-0,144	0,521
Str_ss_arbu	0,161	-0,333	Str_ss_arbu	-0,437	0,343	Str_ss_arbu	-0,028	-0,265
Strat_arbu	-0,010	-0,557	Strat_arbu	-0,230	0,445	Strat_arbu	0,007	-0,556
Strat_arbo	-0,157	-0,734	Strat_arbo	-0,083	0,520	Strat_arbo	0,187	-0,678
H_max	-0,067	-0,660	Haut_max	-0,018	0,593	H_max	0,126	-0,423
Pente	0,249	0,158	Pente	-0,004	-0,077	Pente	-0,094	0,212
Hygro	0,693	-0,226	Hygro	0,694	0,500	Hygro	0,717	0,166
Couv_canop	0,003	-0,850	Couv_canop	-0,454	0,719	Couv_canop	0,017	-0,748
Nb_arb_5m	-0,052	-0,735	Nb_arb_5m	0,174	0,456	Nb_arb_5m	0,294	-0,569



Tableau 5 : Résultat des ACP de caractérisation des micro-habitats (les variables explicatives des deux composantes sont en gras).

La dernière ACP compare les relevés effectués à Redon (en vert) avec ceux effectués à Rouvède (en violet). D'après la figure 37, il est à souligner la quasi-absence des individus de Rouvède en haut à gauche du plan factoriel. Cette partie correspond à un micro-habitat plutôt fermé, avec beaucoup de litière au sol, une strate arborescente dominante, suivie d'une strate arbustive assez importante, peu d'herbacées au sol, une faible température et un fort taux d'hygrométrie. Ainsi, les points répartis dans cette zone du plan représentent les observations de tortues à Redon dans des taillis frais, où l'hygrométrie est relativement importante. Par déduction, les tortues de Rouvède n'utilisent guère les milieux forestiers denses dont elles disposent, côtoyant préférentiellement la garrigue ainsi que la garrigue sous futaie, milieu plus chaud et plus sec que dans les taillis de chênes.

c) Indice de Condition Corporelle

La figure 38, représentant la variation des ICC pour chaque individu au cours du suivi, illustre le dimorphisme sexuel. En effet, les points appartenant aux mâles sont concentrés en bas à gauche du graphique, tandis que ceux des femelles sont répartis sur la droite.

Avant l'analyse des variances, le test de Shapiro-Wilk est réalisé, afin de s'assurer de la distribution normale des résidus de l'échantillon. De même, l'égalité des variances selon les facteurs est vérifiée. Les ANOVA à mesure répétées, effectuées par la suite, permettent de tester l'hypothèse nulle (H_0) selon laquelle les moyennes de chacune des distributions de résidus en fonction du sexe, du site et du temps sont identiques. Pour chacun des tests, on obtient une p-value supérieure à $\alpha = 0,05$ (allant de 0,108 pour l'effet sexe corrélé au site, lui-même corrélé au temps et jusqu'à 1 pour l'effet du sexe). L'hypothèse nulle est alors acceptée, aucune différence significative n'étant à relever en ce qui concerne les moyennes des distributions de résidus. La figure 39 témoigne de ce résultat.

Les deux figures suivantes présentent les variations d'ICC pour chaque tortue suivie dans le temps (figures 40 et 41). En premier lieu, une différence dans l'évolution des ICC selon le sexe est observable. Ainsi, d'une manière générale, les ICC des mâles augmentent au cours du printemps, tandis que ceux d'au minimum 4 femelles diminuent. En outre, hormis les cas particuliers, les conditions corporelles des tortues atteignent leur seuil maximal aux alentours de début juillet, ce qui marque le début de la saison estivale. Pour finir, les ICC vont chuter considérablement durant l'été, se rapprochant pour certains du seuil "dangereusement bas" de Jackson situé à -0,1. Aussi, deux individus mâles voient leur indice corporel dépasser ce seuil début août. En contrepartie, l'augmentation de l'ICC d'un mâle (A958) est à souligner en ce début août.

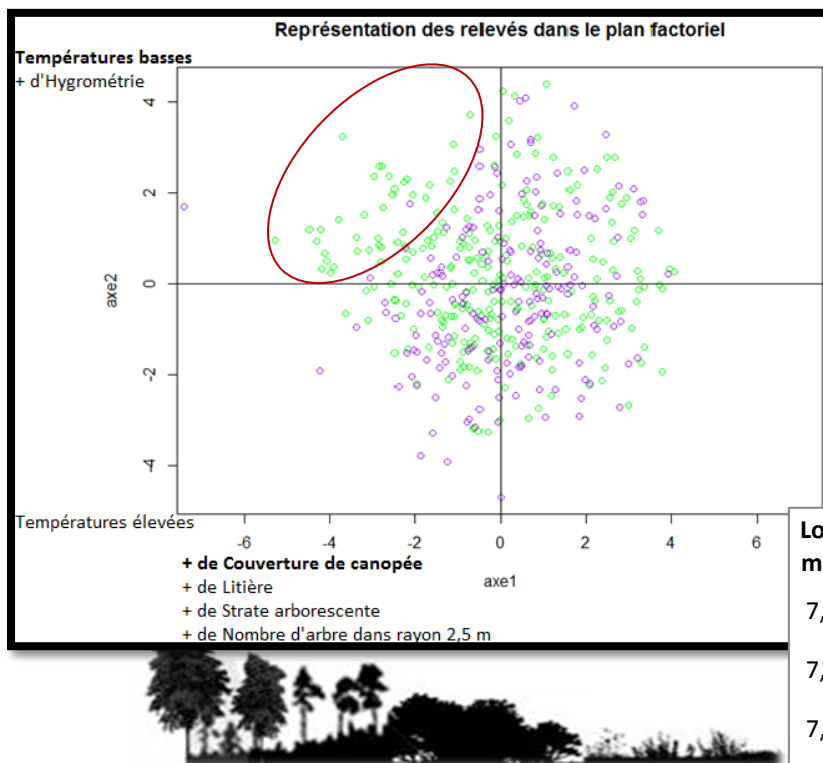


Figure 37 : Représentation graphique de l'ACP effectuée pour caractériser les micro-habitats utilisés par les tortues, en comparant le site aménagé (points en vert) et le site témoin (points violets).

Figure 38 : Régression linéaire du "log des masses" en fonction du "log de la taille" de l'individu correspondant pour toutes les tortues équipées.

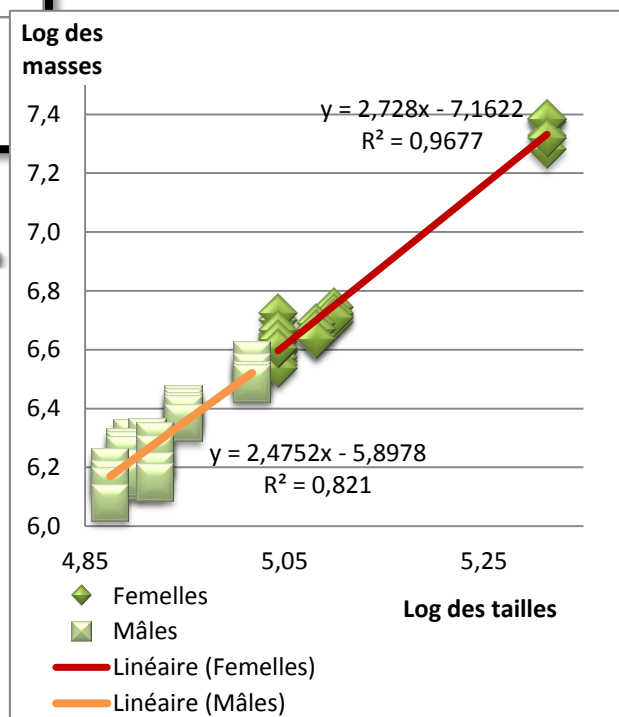


Figure 39 : Distribution des résidus (ICC) selon le sexe et le site (Fem_Red = femelles de Redon ; Fem_Rouv = femelles de Rouvède ; Mal_Red = mâles de Redon ; Mal_Rouv = mâles de Rouvède).

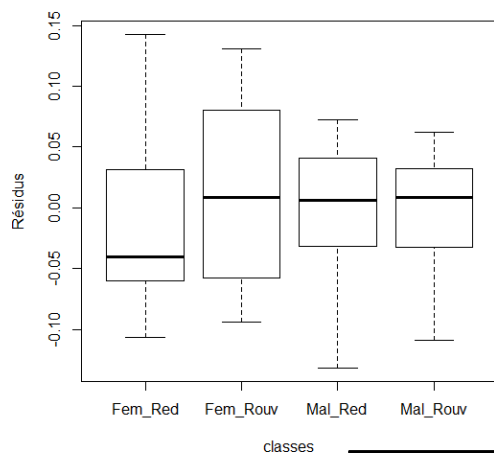
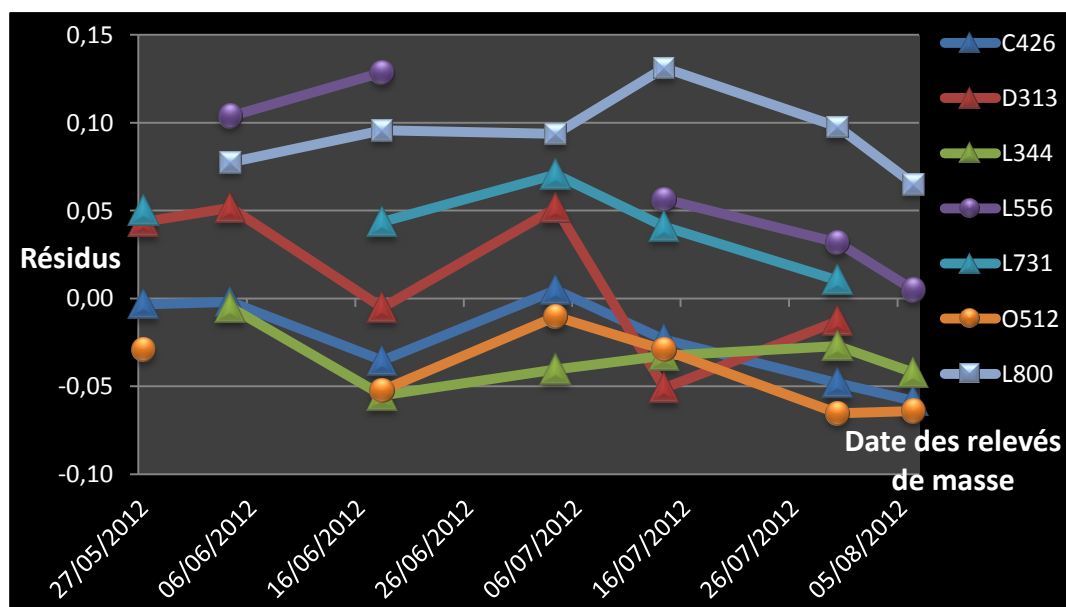


Figure 40 : Evolution de l'ICC des femelles au cours du suivi.



II) 3. Utilisation des points d'eau artificiels

a) Relevé d'empreintes aux abords des points d'eau

Nous avons pu relever 22 traces jusqu'au 31 juillet, à raison de 22 "prospections".

La majorité des traces a été observée au niveau du point d'eau du cabanon, qui est un point d'eau fixe (Figure 42). Concernant les points d'eau temporaires, il semblerait, d'après les empreintes observées, que ce soit le "Por_5" le plus utilisé.

La majorité des traces observées appartiennent à des jeunes tortues (Figure 43). Ayant obtenu la taille des traces d'une tortue, dont la largeur du plastron est connue, il est possible d'admettre que la taille d'écart entre les traces de pattes est inférieure à la largeur du plastron. Ainsi, les mesures d'écart entre les traces en dessous de 60 mm sont considérées comme appartenant à des individus immatures. De nombreuses jeunes tortues fréquentent les points d'eau. Les jeunes adultes, quant à eux, y sont également bien représentés.

D'autre part, la figure 44 permet de donner une idée de l'évolution de l'utilisation des points d'eau au cours du suivi. Une différence est remarquable entre les trois points d'eau fixes et les neuf temporaires. En effet, d'après les relevés de traces, ceux qui sont fixes voient leur fréquentation augmenter au cours de l'été. Parallèlement, celle des points d'eau temporaires est majoritaire fin juin et devient nulle début juillet, d'après ces résultats.

Enfin, d'après la figure 45, les points d'eau temporaires à l'état plein comptabilisent deux fois moins d'observations de traces qu'à l'état vide.

b) Pièges photo

Les photos visualisées ont permis d'obtenir deux informations primordiales quant à la fréquentation des points d'eau. En effet, deux tortues équipées ont été observées sur ces photos, puis finement identifiées. Ainsi, l'individu femelle C426 est venu boire le 12 juillet 2012 au point d'eau fixe du Cabanon. De même, l'individu mâle A958 a fréquenté un point d'eau temporaire (POR 5) le 30 juillet 2012 à 12h51 (Annexe n°13). Ce dernier est situé d'après mes résultats en dehors de son domaine vital.

D'autre part, ces pièges photos ont permis d'identifier finement la faune locale fréquentant les points d'eau. Ainsi, on retrouve de nombreux oiseaux : Geais des chênes, de nombreuses Mésanges (huppées, bleues et charbonnières principalement), Rouges-gorges, Serins sini, Faisans de colchique, Pigeons ramiers, Tourterelles des bois, Sittelles torchepots, Pics verts, des Hiboux moyen-ducs et un Autour des palombes. De même, de nombreux mammifères profitent aussi de ces points d'eau : chats, micromammifères, écureuils, rats, de nombreux sangliers, renards, martres, une fouine et un loir. Concernant les reptiles on y retrouve, hormis la Tortue d'Hermann, le Lézard vert, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier et probablement la Couleuvre à collier, ainsi qu'une suspicion pour la Couleuvre vipérine.

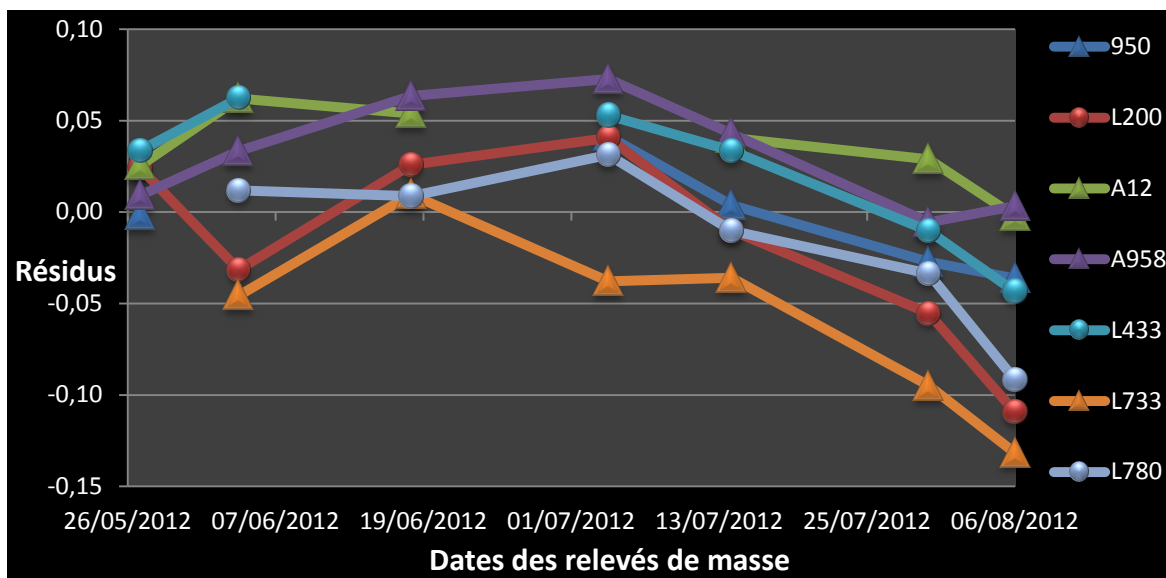


Figure 41 :
Evolution de
l'ICC des
mâles au
cours du suivi.

Figure 42 : Nombre de traces observées
par points d'eau.

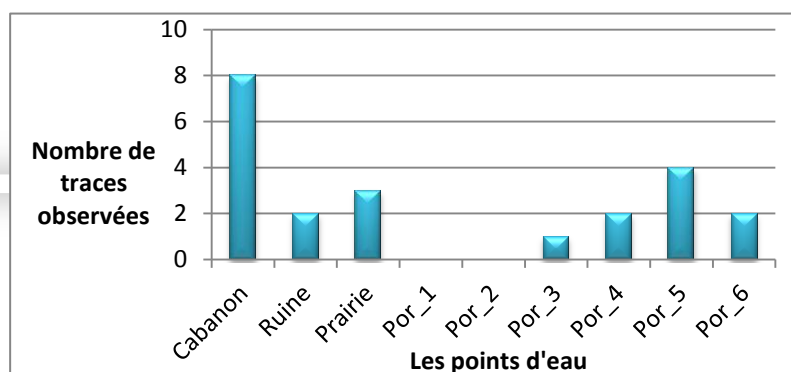


Figure 43 : Histogramme du nombre
d'observation de traces de tortues en fonction
de la taille d'écart entre les empreintes de
pattes.

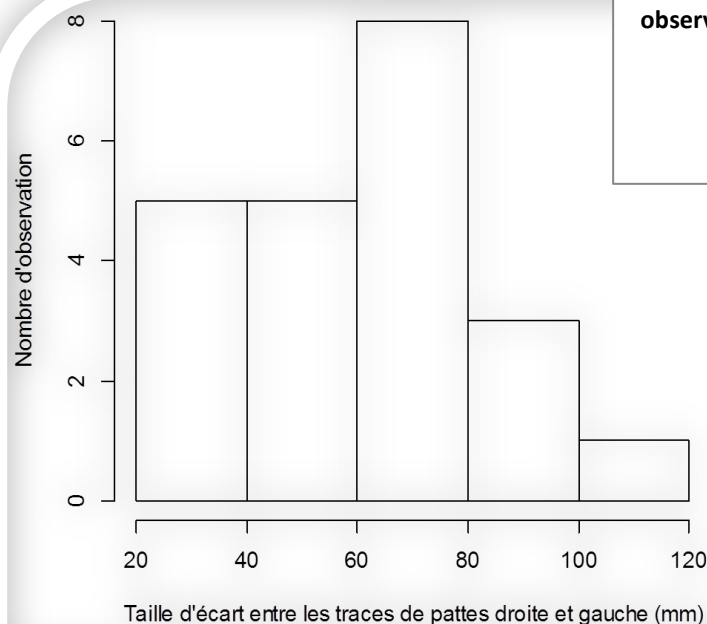


Figure 44 : Nombre de traces observées
en fonction de la période et selon le
type de points d'eau.

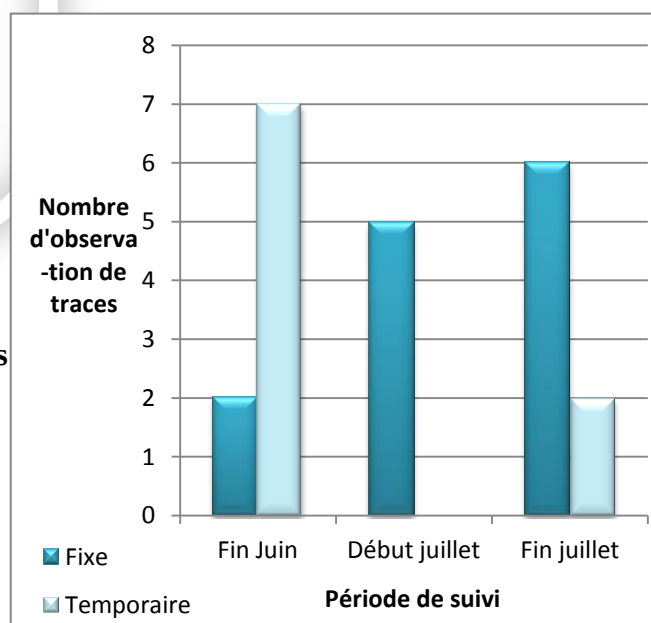
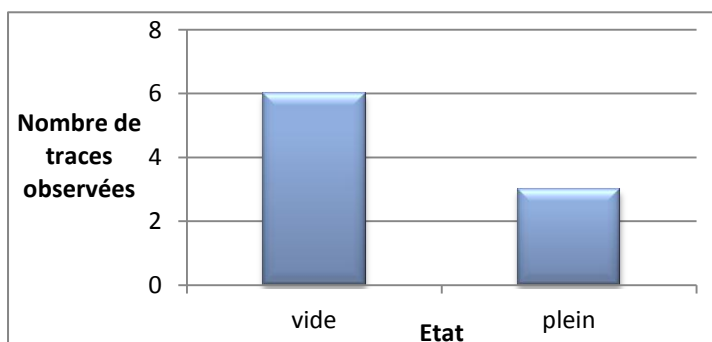


Figure 45 : Nombre de traces observées sur
les points d'eau temporaires en fonction de
leur état (vide ou plein).



III) Discussion

III) 1. Suivi démographique par Capture-Marquage-Recapture

Tout d'abord, les taux d'observation horaire relevés pour chacun des deux sites étudiés restent relativement faibles (Livoreil, 2007). Ainsi, au regard de la quantité assez importante d'individus connus sur Redon, la prospection n'a pas été très fluctuante cette année du fait de la faible détectabilité de ces animaux. Cela peut être lié aux conditions climatiques annuelles, provoquant une année particulièrement sèche comparée à l'année précédente. De même le début du printemps a été assez nuageux et n'était pas propice à la sortie d'hibernation des tortues.

Dans un deuxième temps, le sex-ratio légèrement en faveur des femelles peut provenir de deux situations. La première hypothèse remet en cause la reproduction, à savoir plus précisément la période d'incubation. Chez la Tortue d'Hermann, le sexe des individus est déterminé à ce stade. Ainsi, d'après une étude menée par Eendebak (1995), la température moyenne d'incubation adéquate pour obtenir un sex-ratio équilibré est fixée à 31°C. Au delà de cette température, la ponte engendre plus de femelles que de mâles, et en dessous c'est l'inverse (Vetter, 2006). De ce fait, une première hypothèse selon laquelle la température d'incubation moyenne dépasserait 31,5°C atteste une surreprésentation des femelles dans les populations. En effet, cette hypothèse me paraît tout à fait plausible, dans la mesure où la Plaine des Maures est un des endroits de France qui récence les températures les plus élevées. La deuxième cause possible émane d'une mortalité plus importante chez les mâles que chez les femelles. Cette hypothèse secondaire pourrait provenir d'une plus faible condition corporelle des mâles, ceux-ci étant ainsi moins résistants face aux stress environnementaux.

Trois hypothèses sont émises pour tenter d'expliquer la quantité importante de juvéniles sur le site aménagé de Redon par rapport au site témoin. La première tend à dire que ce phénomène provient de la présence accrue de zones ouvertes sur le site de Redon, très favorables aux pontes. La deuxième met en avant les nombreux ronciers présents sur ce site qui, en plus, sont principalement situés au sein des zones ouvertes. Ces derniers constituent des refuges idéaux pour ces jeunes individus. La troisième trouve un lien avec une ressource hydrique non-négligeable que constitue la mare temporaire du site. D'après Holger VETTER (2006), les jeunes tortues sont particulièrement sensibles à la chaleur et à la déshydratation. Ainsi, la présence d'eau sur le site serait possiblement bénéfique pour la survie des juvéniles.

En outre, le faible effectif d'observation de subadultes à Redon en comparaison avec les autres classes de taille semble à première vue énigmatique. Or, il semblerait qu'il existe une dispersion durant la phase immature des tortues (Cheylan *et al.*, 2009). Ainsi, les nombreux juvéniles nés sur le site de Redon (propice aux pontes), lorsqu'ils atteignent l'âge subadulte, s'éloignent probablement à la conquête d'un nouveau territoire pour passer le reste de leur vie. Cette hypothèse semble pouvoir expliquer la faible proportion d'observation de subadultes.

D'autre part, obtenir un taux de croissance annuel permet de savoir si l'espèce se porte bien. Aussi, le résultat obtenu pour les juvéniles de Redon (11,5 mm) est supérieure à celui décrit en littérature. En se référant à Holger VETTER (2006), les jeunes *Testudo hermanni hermanni* croissent en moyenne durant leurs six premières années de 10,5 mm par an dans le midi de la France. Ainsi, cette comparaison illustre le bon état de santé des juvéniles sur le site aménagé. De même, il serait d'autant plus intéressant de pouvoir, à l'avenir, comparer ce taux de croissance à celui obtenu sur d'autres sites.

Enfin, pour ce qui est des études perspectives, l'impact de la pluviométrie sur l'état des populations reste à déterminer. Les nombreuses recaptures sur plusieurs années permettraient de calculer différents taux de croissance selon les années, et ainsi d'établir une relation avec les précipitations correspondantes. Il serait également intéressant de mettre en relation la pluviométrie annuelle avec l'effectif des classes d'âge de Redon, ce qui donnerait une idée de l'impact des pluies sur la structure de la population. Cette impact pourrait être représenté sur une figure comparant l'effectif des juvéniles par classe d'âge avec la pluviométrie de l'année de naissance de chacune de ces classes.

III) 2. Suivi par radiotracking

- **Etendue des domaines vitaux**

En ce qui concerne l'analyse des domaines vitaux, mes résultats donnent des valeurs bien plus élevées que celles décrites dans la littérature. En effet, il est admis généralement que les domaines vitaux des mâles varient de 0,7 à 1,6 hectares et ceux des femelles de 1,5 à 2,4 hectares (Bertolero *et al.*, 2011). La moyenne des tailles des domaines vitaux des mâles sur le site aménagé de Redon (1,53 ha) est la seule qui correspond à ces valeurs.

En outre, la différence significative obtenue entre les domaines vitaux des femelles et des mâles sur Redon est vérifiée par la littérature, qui stipule que ces derniers sont plus petits chez les mâles (Bertolero *et al.*, 2011 ; Cheylan *et al.*, 2009). En revanche, sur le site témoin de Rouvède, aucune différence n'est démontrée entre les deux sexes, d'après l'échantillon étudié. Or, d'après les données obtenues lors du suivi par CMR, un nombre moins important de tortues est recensé sur ce site témoin par rapport au site aménagé. De même, d'après le taux d'observation horaire obtenu sur Rouvède, la densité est plus faible qu'à Redon. Ainsi, j'émet l'hypothèse que les mâles de Rouvède éprouvent le besoin de parcourir de longues distances à la recherche de partenaires, du fait de la faible densité d'individus. Il est généralement admis que la taille des domaines vitaux est liée de manière négative à la densité de population, ainsi qu'à la disponibilité des ressources (Mazzoti *et al.*, 2002). La deuxième hypothèse probable met en cause un manque de ressources hydriques sur Rouvède. Dans un environnement où cette ressource est facilement accessible, comme à Redon par exemple, l'individu n'a pas nécessairement besoin de parcourir de grandes distances pour satisfaire sa demande. Aussi, le manque de disponibilité en eau sur le site témoin obligerait les individus mâles à parcourir de plus grandes distances, augmentant de ce fait l'étendue de leurs domaines vitaux.

Par ailleurs, aucune différence significative n'est constatée entre les domaines vitaux des femelles du site aménagé et ceux des femelles du site témoin. Ce résultat, nous pousse à penser que les tortues femelles ne tirent pas de bénéfice des points d'eau. Cependant, ceci ne peut être cohérent dans la mesure où il n'y a qu'une tortue femelle dont le domaine vital chevauche pleinement un point d'eau. Il est fortement probable, que les autres n'ont pas pris connaissance de ces aménagements, certaines n'en fréquentant même pas les alentours. Aussi, l'évaluation de l'effet des points d'eau sur l'écophysiologie des tortues à Redon se limite à 4 individus potentiellement susceptibles d'utiliser ces points d'eau (deux d'entre eux ont été clairement identifiés grâce aux pièges photo). Une perspective d'amélioration du suivi consisterait à équiper uniquement des individus proches des points d'eau, plus susceptibles de les fréquenter.

Pour finir, l'écart de plus de quatre hectares entre la moyenne de l'aire des domaines vitaux des mâles de Redon et celle des mâles de Rouvède n'est pas significative. Ce dernier résultat est dû à un seul individu, qui fait "pencher la balance" dans la non-significativité de cette différence. Il se trouve que cet individu a une particularité morphologique. En effet, il possède un moignon à la place de sa patte postérieure gauche, ce qui l'empêche probablement de parcourir autant de distance que ses congénères. Ainsi, il s'avère qu'en écartant cet individu, la taille des domaines vitaux entre les mâles de Redon et de Rouvède serait significativement différente. Les deux causes plausibles, énoncées plus haut, seraient d'un côté, la faible abondance de tortues à Rouvède, poussant les mâles à maximiser leurs efforts de recherche afin d'augmenter les chances de rencontres et de l'autre le manque de ressources hydriques.

- **Choix des macro- et micro-habitats**

D'une manière générale, concernant l'habitat fréquenté par la Tortue d'Hermann, il est souvent mentionné que l'espèce en question évite les milieux très ouverts à sol nu ou à végétation très rase, qu'elle peut toutefois traverser pour rejoindre un habitat favorable. De même, elle est quasi-absente des forêts denses, sauf pendant la saison estivale, car elle offre à cette période de l'année un ombrage et une humidité adéquats (Cheylan *et al.*, 2009). Ces informations se retrouvent dans mes résultats, qui indiquent que les tortues ne fréquentent guère les prairies présentes sur les sites, ni les forêts très denses, comme celle de Rouvède, où il y fait probablement trop sombre pour elles.

De même, d'après l'analyse des micro-habitats, les tortues côtoient préférentiellement les petits et gros buissons, ne se retrouvant quasiment jamais au soleil sans couverture végétale, et que très rarement dans les herbes hautes. Il est à souligner que l'utilisation de ce dernier micro-habitat est observé uniquement au printemps.

En outre, le site aménagé constitue une mosaïque d'habitats, dotée de nombreux milieux semi-ouverts tels que les friches et les lisières, ce qu'affectionnent particulièrement les tortues. Ces dernières ont également à leur disposition plusieurs bois clairs (taillis de chênes), où elles viennent y chercher de l'ombre et de la fraîcheur. Le site témoin, quant à lui, est un milieu assez dense au niveau de la végétation comparé à celui de Redon. Les individus de Rouvède disposent alors d'habitats relativement fermés et plutôt secs, tels que les nombreuses garrigues. Ainsi, en été ils ne fréquentent guère des habitats beaucoup plus fermés (forêt) que ceux qu'ils fréquentent déjà au printemps, étant donné que la Tortue d'Hermann est considérée comme une espèce de milieu semi-ouvert. Cette dernière se contente alors des garrigues sous futaie, moins dense au niveau de la végétation que certaines zones de garrigues, et tout de même plus fraîche.

- **Indice de Condition Corporelle**

L'Indice de Condition Corporelle ne donne pas de valeur absolue de la composition corporelle, mais il apporte des indications sur l'état général trophique et d'hydratation des tortues. De plus, il permet de comparer les individus les uns par rapport aux autres au cours du temps et selon les sites.

En dépit de différences statistiquement non-significative, la visualisation graphique des Indices de Condition Corporelle au cours du temps affiche des différences de variations selon les individus.

De façon générale, l'indice augmente au printemps à mesure que les tortues se réapprovisionnent, suite à la période d'hibernation où elles ont puisé dans leurs réserves. Cependant, quelques exceptions vont à l'encontre de ce fait, concernant notamment les tortues femelles. Ce phénomène peut s'expliquer par le dépôt de pontes, qui pèsent selon Holger VETTER entre 4 et 7 % de la masse de la mère respective (2006). Ainsi, trois des femelles équipées ont probablement déposé des œufs, car elles ont perdu entre 3,5 et 5,8 % de leur poids entre le 4 et le 18 juin, mois recensant le plus de pontes dans le midi de la France (Vetter, 2006).

Par ailleurs, une diminution globale de l'ICC est observée durant la phase estivale où les individus accusent des pertes hydriques et disposent de moins de ressources. Concernant les mâles, trois d'entre eux ont accès à l'eau durant l'été (A958, A12 et 950). Celui de Redon qui en est trop éloigné (L733) est considéré comme une tortue "témoin". Ainsi d'une manière générale, les individus mâles qui utilisent potentiellement les points d'eau ont dans l'ensemble des ICC supérieurs aux autres, à l'exception de l'individu de Rouvède qui possède un moignon (L433). Ce dernier sort du lot, dans la mesure où, comme il a été vu précédemment, il parcourt un domaine vital bien plus petit que les mâles du même site du fait de son handicap. Possiblement, se déplaçant moins, il dépense alors moins d'énergie et dispose alors d'une condition corporelle plus élevée que ses congénères.

De même, en été les ICC des trois mâles bénéficiant d'un accès à l'eau ne diminuent pas autant que ceux des tortues témoins (ne disposant d'aucun apport hydrique), restant ainsi supérieurs à -0,05 durant le suivi. Tandis que les mâles n'ayant pas la possibilité de profiter de points d'eau (tortues témoins), voient leur ICC chuter considérablement à partir de début juillet, dépassant pour deux d'entre eux le seuil dangereusement bas de Jackson (-0,01) début août. A la fin du suivi (6 août 2012), les relevés de masse indiquent que les tortues mâles ayant accès à une ressource hydrique se portent mieux que les autres.

Concernant les femelles, l'une d'entre elles (L800) a un fort indice corporel tout au long du suivi (supérieur à 0,05). Cette jeune femelle, âgée de 14-15 ans, a un ICC moyen de 0,09. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'elle a un domaine vital très petit (1,03 ha) comparé à ses congénères qui ont toutes un domaine vital de plus de 3 ha. De ce fait, elle parcourt moins de distance que les autres, n'épuisant ainsi guère ses réserves. Nous pouvons supposer que ce jeune individu, sortant récemment du stade sub-adulte, n'a pas encore acquis les comportements d'une femelle adulte, notamment liés à la reproduction.

Enfin, pour revenir à l'effet probable des points d'eau sur l'ICC des tortues, il est intéressant de pouvoir mettre en relation des données acquises par les pièges photos, à savoir le passage d'une tortue équipée, avec l'évolution de sa condition corporelle respective. Aussi, deux tortues équipées (C426 et A958) ont par chance été identifiées sur des photos aux abords des points d'eau (le 12/07/2012 et le 30/07/2012). En regardant plus en détail l'évolution de leur ICC respectif (Annexe n°11), on s'aperçoit que ces tortues ont une variation positive de leur indice suite à leur passage sur un des points d'eau (augmentation de 0,0126 et 0,0089). Or, l'augmentation des ICC durant la saison estivale est rarement observée. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle l'utilisation des points d'eau par les tortues favorise leur indice de condition corporelle est à vérifier en renouvelant l'étude pour s'assurer de la pertinence de ces résultats qui se basent tout de même sur de très petits échantillons.

III) 3. Utilisation des points d'eau artificiels

Dans un premier temps, le nombre de traces observées cette année (22), à raison de 22 prospections, est plus important que celui de l'année dernière qui recense seulement 16 traces de tortues pour 29 passages. La nette augmentation de ces effectifs peut s'expliquer par la présence cette année d'un été plus chaud et sec que l'année précédente. Les tortues en déficit hydrique plus prononcé profitent dès lors davantage des points d'eau.

Par la suite, le nombre de traces observées est apparemment plus important pour les immatures que pour les adultes. Ce phénomène observé peut provenir du fait que la Tortue d'Hermann, espèce philopatrique, a un domaine vital qui lui est propre à l'âge adulte et dont elle ne s'éloigne guère, tandis que les jeunes ont tout à découvrir de l'environnement qui les entoure et procèdent à de nombreuses excursions à l'âge subadulte pour pouvoir choisir leur lieu de vie. Ainsi, ces individus immatures découvriront plus facilement les points d'eau que les adultes.

L'évolution de la fréquentation des points d'eau fixes, d'après l'observation de traces, montre une réelle augmentation de l'effectif de tortues venant s'hydrater au cours de l'été. Ceci paraît cohérent dans la mesure où il fait plus chaud fin juillet que fin juin et que la sécheresse croît également durant l'été. Cependant cette évolution de fréquentation n'est pas constatée lors de l'observation de traces au niveau des points d'eau temporaires, qui enregistrent leur effectif maximum fin juin. Ce résultat est à mettre en relation avec le passage de nombreux sangliers courant juillet, qui font la plupart du temps disparaître les traces des tortues. De même, il arrive parfois que ces mammifères retournent ces points d'eau. Ceci souligne la limite de ce suivi, dont les résultats obtenus pour les points d'eau temporaires sont en partie biaisés par le passage de ces sangliers. Aussi, le passage de faisans, se roulant dans le sable au mois d'août, constitue également un biais dans ce suivi. Les points d'eau fixes, quant à eux, ne sont pas du tout atteints par ce phénomène : ils sont en effet entourés de grillage qui empêche ainsi les sangliers de s'en approcher. Pour améliorer la méthode, il serait préférable d'installer aussi des grillages autour des points d'eau temporaires. Enfin, une pluie début juillet a humidifié le sable pendant quelques jours. De ce fait, le sable humide s'est aggloméré et a durci en séchant, rendant l'observation de quelques traces difficile. Toutes ces difficultés rencontrées attestent de la limite de cette méthode, qui justifie d'autant plus le recours aux pièges photos.

Par ailleurs, le fait que l'on observe plus de traces au niveau des points d'eau temporaires vides qu'au niveau de ceux qui sont pleins a probablement un lien avec le passage de sangliers. Ces derniers fréquentent peu ceux qui sont vides. D'autre part, ce résultat nous informe sur le fait que les tortues ne sentent pas l'eau. Si elles viennent aux points d'eau, c'est soit parce que ces derniers se trouvent sur leur chemin, et comme ce sont des animaux curieux, elles s'en approchent, soit parce qu'elles sont déjà venues y boire et y retournent volontiers pour s'hydrater. Cette dernière situation est une forme d'habitation des tortues. Il est très probable que les reptiles disposent de capacités d'intégration spatiale et de mémorisation. En effet, au regard de la thermorégulation, ils apprendraient à connaître les meilleurs sites, ainsi que les itinéraires pour y aller, en exploitant leur environnement (Lelievre, 2005). En outre, les tortues sont capables de se repérer dans l'espace pour mieux s'orienter et se diriger plus rapidement vers l'endroit qu'elles désirent atteindre. Ceci est confirmé par le fait que ces animaux déplacés intentionnellement montrent une forte philopatrie et retrouvent, en quelques jours, leur aire d'activité habituelle (Cheylan *et al.*). Ainsi, l'hypothèse, selon laquelle les tortues mémorisent les points d'eau reste à confirmer. Les résultats qui restent à obtenir des pièges photo en diront plus sur le sujet.

Pour finir, la création des points d'eau bénéficie à de nombreuses autres espèces locales. Ainsi, treize espèces d'oiseaux, neuf espèces de mammifères et quatre à cinq autres espèces de reptiles y ont été photographiées. D'après l'ensemble de ces résultats, il est à retenir que l'utilisation fréquente de ces points d'eau est indiscutable, autant par la Tortue d'Hermann que par d'autres espèces.

CONCLUSION

Les résultats, concernant le suivi par CMR, ont mis en avant la présence d'un effectif élevé de tortues juvéniles à Redon, en comparaison avec le site témoin. Ce phénomène est entièrement dû à l'habitat. Ce dernier constitue un site de ponte important grâce aux nombreux milieux ouverts. De même, il favorise la survie des juvéniles de par les nombreux refuges qu'il présente tels les ronciers. Aussi, la présence d'une mare temporaire constitue une ressource hydrique printanière essentielle à l'hydratation des juvéniles, jouant peut-être un rôle dans la fécondité des adultes. Pour finir, le taux de croissance élevé des jeunes tortues et un indicateur de bonne santé de ses individus. Ainsi, le site de Redon peut être considéré, de par ces résultats, comme étant un habitat très favorable au renouvellement des populations, regroupant milieux ouverts, zones de refuge et ressources hydriques. A l'inverse, sur le site témoin, le renouvellement de la population est faible, ce qui peut être problématique quant au devenir de cette population sur le long terme.

Un premier regard est porté sur l'utilisation de ces aménagements par les tortues. De nombreuses traces observées aux abords des points d'eau illustrent la fréquentation de ces derniers par la Tortue d'Hermann. Leur utilisation en hausse soulève l'idée d'une mémorisation des points d'eau par l'espèce. Le recours aux pièges photo permettra d'acquérir des connaissances sur le sujet, de par l'identification des individus.

L'effet de cet apport hydrique à court terme, grâce au suivi par radiotracking, fait apparaître des différences plus ou moins marquées entre les deux sites suivis. Ainsi, les domaines vitaux des mâles du site aménagé (Redon) sont plus petit, ce qui pourrait bien être la conséquence de la création des points d'eau. Mais cette hypothèse est à prendre avec précaution, du fait de la présence d'un deuxième facteur déterminant dans la taille des domaines vitaux des mâles. L'abondance des femelles sur le site aménagé leur permet de s'accoupler facilement sans parcourir de longues distances, ce qui ne semble pas être le cas sur le site témoin. En revanche, les résultats obtenus sur l'évolution de l'indice de condition corporelle des mâles, disposant de ressources hydriques estivales au cours du suivi, montre un meilleur état de santé général de ces individus, comparé à leurs congénères. Ainsi, ces conclusions ne suffisent pas pour attester l'effet potentiel que fournissent les points d'eau sur l'écophysiologie des tortues. Pour aller plus loin et améliorer ce suivi, d'autres paramètres physiologiques sont à prendre en compte, tel que le stress hydrique des tortues qui paraît essentiel pour cette évaluation.

La limite principale de ce suivi est la "réplicabilité" de cette évaluation. En effet, dans l'idéal il aurait fallu que d'autres sites également équipés de points d'eau aient été évalués. Ceci de manière à augmenter la taille de l'échantillon des tortues suivies et surtout d'éliminer les biais liés aux sites (ex : microclimat, présence d'eau naturelle, taille de population...). De plus, il est je pense indispensable d'évaluer cet aménagement sur le long terme. Compte tenu de la longévité de l'espèce étudiée et de sa faible réaction aux fluctuations environnementales naturelles, une dizaine d'années (correspondant à une génération) semble nécessaire pour obtenir des résultats fiables. L'évaluation de l'impact de ces points d'eau, créés il y a à peine un an et demi, est selon moi réalisée sur une trop courte période pour déterminer une réelle efficacité.

Les effets du réchauffement climatique sur les aires de distribution et les risques d'extinction ont été décrits chez de nombreuses espèces animales (Thomas *et al.*, 2004). Pour pouvoir prédire comment les espèces vont réagir aux perturbations, il est nécessaire de prendre en compte leurs spécificités écophysiologiques, notamment chez les ectothermes qui dépendent directement de la température environnementale et sont donc particulièrement sensibles aux changements climatiques (Helmuth *et al.*, 2005). Ainsi, selon un article sur la modélisation du devenir des espèces dans le long terme, le risque d'extinction de la Tortue d'Hermann est majeur si les températures ne cessent d'augmenter (Bertolero *et al.*, 2011). Dans ce contexte de réchauffement climatique, la création de points d'eau constitue à mon sens un aménagement essentiel pour la conservation de cette espèce. Les ressources hydriques seront indispensables pour la bonne santé des populations de tortues, ainsi plus résistantes face aux stress environnementaux à venir.

Bibliographie

- Altmann, J., 1974, Observational study of behavior: sampling methods, *Behaviour* ; 69(3-4):227-267.
- ARPE, CEEP, SOPTOM, EPHE, ONCFS, Conservatoire du littoral, 2009, Programme LIFE+ Tortue d'Hermann.
- Ben Kaddour, K., 2005, Ecologie et traits d'histoire de vie de la tortue mauresque (*Testudo graeca graeca* L., 1758) dans un environnement aride et surpâturé au Maroc occidental : implications en terme de conservation, Marrakech.
- Bertolero, A., 2003, Biometria i condició corporal de la tortuga mediterrània, *Rev. Menorca* ; 87 : 119-130.
- Bertolero, A., Cheylan, M., Hailey, A., Livoreil, B., Willemsen, R., 2011, *Testudo hermanni* (Gmelin 1789) - Hermann's Tortoise.
- Bonnet, X., Lagarde, F., Henen, B.T., Corbin, J., Nagy, K.A., Naulleau, G., Balhoul, K., Chastel, O., Legrand, A., Cambag, R., 2001, Sexual dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldii*) : influence of the environment and sexual selection on body shape and mobility, *Biological Journal of the Linnean Society*, 72 : 357-372.
- Ceballos, G., Garcia, A., Ehrlich, P.R., 2010, The sixth extinction crisis, loss of animal populations and species, *Journal of Cosmology* 8 : 1821-1831.
- CEEP, 2005, Analyse de l'état actuel du site FR9301621, Document CEEP ; 74p.
- Cheylan, M., 1981, Biologie et écologie de la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) ; Contribution de l'espèce à la connaissance des climats quaternaires de la France, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier.
- Cheylan, M., 1984 The true status and future of Hermann's tortoise *Testudo hermanni robertmertensi** WERMUTH 1952 in Western Europe *Amphibia-Reptilia* Vol. 5, 17-26 ; Leiden.
- Cheylan, M., 2001, *Testudo hermanni* Gmelin 1789 ; Griechische landschildkröten ; Handbuch der reptilien und amphibien Europas, Böhme, W. and Fritz, U. Aula-Verlag, Wiesbaden ; 3 (2): 179-289.
- Cheylan, M., Catard, A., Livoreil, B., et al., 2009, Programme National d'Actions en faveur de la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni hermanni* 2009-2014, Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence - Alpes - Côte d'Azur : 138.
- Davis, J. R., DeNardo, D.F., 2009, Watter supplementation affects the behavioral and physiological ecology of Gila monnsters (*Heloderma suspectum*) in the Sonoran desert *Physiological and biochemical Zoology* ; 82 : 739-748.
- Delauguerre, M., CHEYLAN, M., 1992 : Atlas de répartition des batraciens et reptiles de Corse ; PNRC/EPHE, 128 S.
- EPHE, 2009, Programme FEDER « Des hommes et des tortues » 2008-2009, 26p.
- Foufopoulos, J., Ives A.R., 1999, Reptile Extinctions on Land-Bridge Islands : Life-History Attributes and Vulnerability to Extinction ; *The American naturalist*, 153 (1): 1-25.
- Gibbons J.W., Scott D.E., Ryan T.J., Buhlmann K.A., Tuberville T.D., Metts B.S., Greene J.L., Mills T., Leiden Y., Poppy S., Winne C.T., 2000. The Global Declin of Reptiles, *Déjà Vu Amphibians* ; *BioScience* 50 (3) : 653-666
- Griffith, B., Scott, J. M., Carpenter, J. W., Reed, C., 1989, Translocation as a species conservation tool- status ans strategy, *Science* 245 : 477-480.
- Hailey, A., Coulson, I.M., 1996, Temperature and the tropical tortoise *Kinixys spekii*: constraints on activity level and body temperature ; *Journal of Zoology of London*, 240 : 523-536.
- Huot-Daubremont, C., 1996, Contribution à l'étude écophysiolgique de différents aspects du cycle annuel de la Tortue d'Hermann (*Tesdudo hermanni hermanni*) dans le massif des Maures (Var), Université de Tours, Francois Rabelais.
- Jackson, O.F., 1980, Weight and measurement data on tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) and their relationship tp health, *Journal of Small Animal Practice* ; 21 (7) : 409-415

- Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S., 2004, Photographic Sampling of Elusive Mammals in Tropical Forests, In : Sampling Rare or Elusive Species : Concepts, Designs, and Techniques for Estimating Population Parameters, W.L., Thompson (ed.), p. 229-247.
- Lagarde, F., Guillon, M., Dubroca, L., Bonnet, X., Ben Kaddour, K., Slimani, T., El Mouden, E. H., 2008, Slowness and acceleration: a new method to quantify the activity budget of chelonians, Animal behaviour ; 75 : 319-329.
- Lelievre, H., 2005, Prise de décision chez un ectotherme, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, 33p
- Livoreil, B., Bourlet, C. and Denecker, P., 2003, Le projet Esterel : étude de faisabilité avant la réintroduction de *Testudo hermanni hermanni*, sélection de sites de lâcher et étude phytosociologique.
- Livoreil B., 2007, Recensement de la tortue d'Hermann *Eurotestudo hermanni* dans le Var, Campagne 2001-2005 ; Première partie : répartition et fragmentation ; Chelonii ; SOPTOM, Gonfaron, France.
- Livoreil, B., 2009, Distribution of the endangered Hermann's tortoise *Testudo hermanni hermanni* in Var, France, and recommendations for its conservation, Fauna and Flora International ; Oryx 43 (2): 299-305.
- Mackenzie, A., Ball, A.S., Virdee, S.R., 2002 ; Instant Notes in Ecology ; Viva books private Limited ; New Delhi ; 352p.
- Mazzotti, S., Pisapia, A., Fasola, M., 2002, Activity and home range of *Testudo hermanni* in northern Italy ; Amphibia-reptilia ; 23: 305-3 ; 12: 1131-1140.
- Nougarede, J-P., 1998 ; Principaux traits d'histoire naturelle d'une population de tortue d'Hermann.
- Peterholff, A., Geneste, A., Mirouze, E., Livoreil, B., 2008 Inventaire de la tortue d'Hermann, *Testudo hermanni hermanni*, Gmelin 1789 sur la commune de Callas (non publié).
- Peterson, C., 2003, Temporal, population, and sexual variation in hematocrit of free-living desert tortoises correlational tests of causal hypotheses, Can. J. Zool. ; 80 : 461-470.
- Row, J.R., Blouin-Demers, G., 2006, Kernels are not Accurate Estimators of Home-Range Size For Herpetofauna, Copeia 4 : 797-802.
- Silveira, L., Jacomo, A.T.A., Diniz-Filho, J.A.F., 2003, Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation, Biological Conservation ; 114 : 351-355
- SOPTOM, 2002, Programme de conservation de la tortue d'Hermann en France continentale.
- Stubbs, D. & Swingland, I. R., 1985, The ecology of a mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*) - a declining population, Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne de Zoologie ; 63 (1):169-180.
- Thomas, J. A., Telfer, M. G., Roy, D. B., Preston, C. D., Greenwood, J. J. D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R. T., Lawton, J. H., 2004, Comparative Losses of British Butterflies Birds, and Plants and the Global Extinction Crisis, Science 303 (5665): 1879-1881.
- UICN France, MNHN & SHF, 2009, La liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine, Paris.
- Vetter, H., 2006, Tortue d'Hermann, Tortue de Boettger et Tortue d'Herzégovine, *Testudo boettgeri*, *hercegovinensis* et *hermanni*, Edition Chimaira, Paris ; 325 p.
- Vié, J.C., Hilton-Taylor, C., Stuart, S.N., 2009, Wildlife in a changing world - an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species, IUCN, Gland, Switzerland.
- Wiens, J. A., 2001, The landscape context of dispersal Dispersal (eds Clobert J, Danchin E, Dhondt AA, Nichols JD).
- Willemsen, R.E., & Hailey, A., 2002, Body mass condition in Greek tortoises : regional and interspecific variation, Herpetological Journal ; 12 (3) : 105-114.
- Willemsen R.E., Hailey, A., Longepierre, S., Grenot, C., 2002, Body mass condition and management of captive European tortoises, Herpetological Journal, 12 (3) : 115-121.

Sites internet :

- europa.eu ; "Programme LIFE +" ; from <http://europa.eu/>.
- www.lifelagnature.fr.
- www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/IFN_83_3_VAR.pdf

ANNEXES

Annexe n°1 : Cycle annuel de la **Tortue d'Hermann** selon M. CHEYLAN.

Annexe n°2 : De multiples menaces.

Annexe n°3 : Liste rouge des espèces de Reptiles menacées en France.

Annexe n°4 : Les partenaires du programme LIFE+.

Annexe n°5 : Nomenclature des plaques cornées et osseuses servant au marquage par trait de scie des tortues.

Annexe n°6 : Fiche de terrain pour le suivi par CMR.

Annexe n°7 : Fiche de terrain pour le suivi télémétrique.

Annexe n°8 : Fiche journalière des suivis.

Annexe n°9 : Cartographie des domaines vitaux des tortues suivies sur le site aménagé de Redon.

Annexe n°10 : Cartographie des domaines vitaux des tortues suivies sur le site témoin de Rouvède.

Annexe n°11 : Graphiques de l'évolution des Indices de Condition Corporelle des deux tortues vues aux points d'eau.

Annexe n°12 : Fréquentation des points d'eau en fonction de la taille de l'écart entre les traces de pattes.

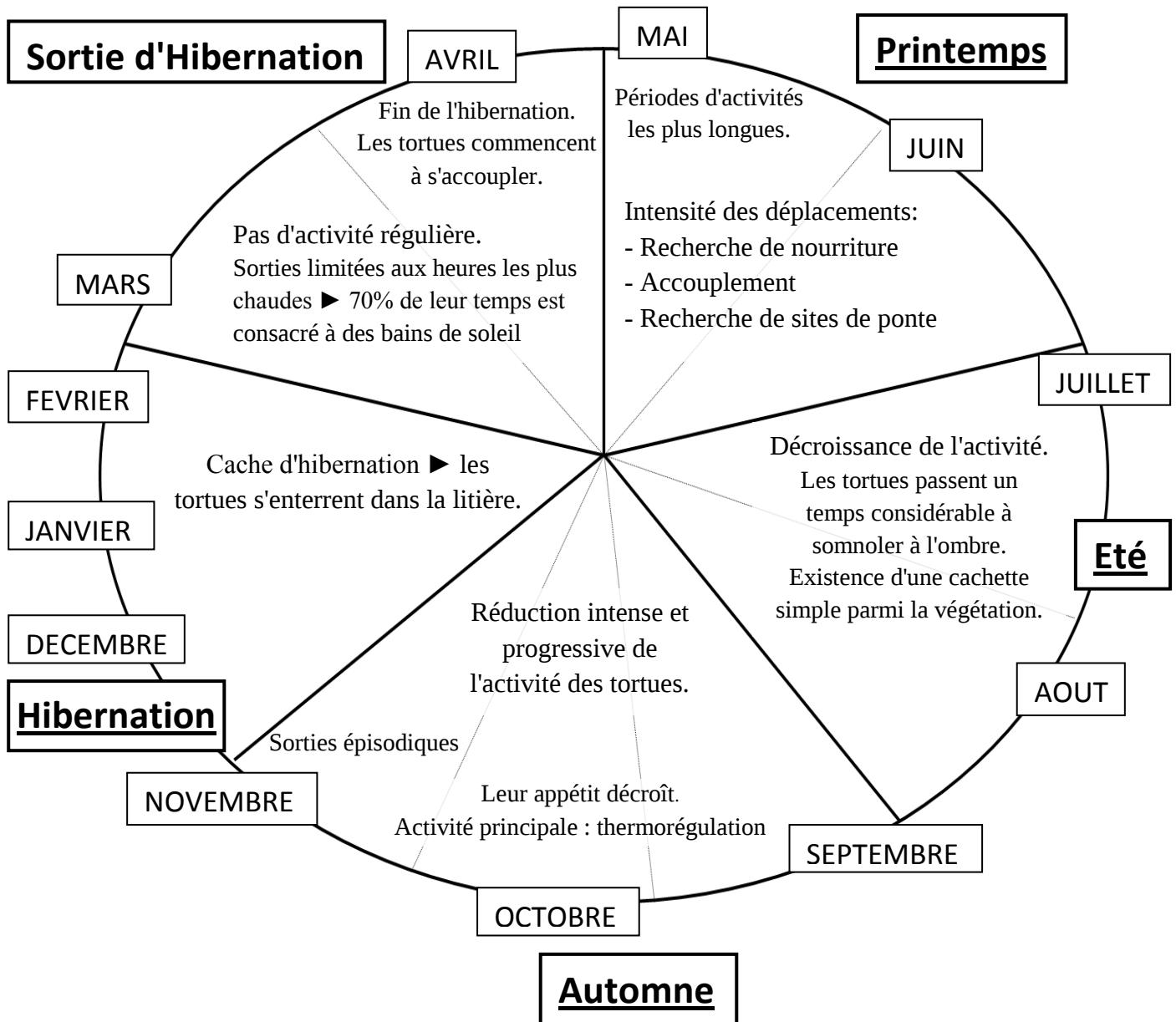
Annexe n° 13 : Image d'un piège photo, où une tortue équipée (individu mâle A958) vient s'hydrater.

Annexe n° 14 : Graphique de la fréquentation des points d'eau par la faune, d'après les traces observées.

Annexe n°15 : Tableau des tâches.

Annexe n°16 : Calendrier du stage.

Annexe n°1



CYCLE ANNUEL de la Tortue d'Hermann
selon M.CHEYLAN.

Annexe n°2

NATURE	CAUSES	CONSEQUENCES
- <u>Incendies de forêt</u>	• Mécanisation de l'agriculture • Urbanisation • Intensification de la fréquentation des espaces naturels	➤ Destruction des populations; ➤ Dégradation de leurs habitats par ouverture des milieux.
- <u>Fermeture des milieux</u>	• Abandon et non-gestion des sites	➤ Dégradation de la qualité des habitats : facteur limitant la prospérité des populations.
- <u>Pratiques agricoles et forestières nuisibles</u> : utilisation d'engins mécaniques	• Intensification de l'agriculture et mécanisation du débroussaillage	➤ Nombreuses tortues blessées ou tuées ; ➤ Affaiblissement des populations (hausse de mortalité des adultes).
- <u>Prélèvement d'individus</u> dans la nature	• Mauvaise perception de l'espèce • Trafic d'animaux sauvages • Forte fréquentation des espaces naturels	➤ Affecte le potentiel démographique des populations (disparition tortues adultes).
- <u>Prédation naturelle</u> : corvidés, fouine, blaireau, renard, sanglier	• Surpopulation de sangliers • Concentration des pontes sur des aires réduites (dû à l'aménagement des plaines)	➤ Pontes et juvéniles fortement impactés.
- <u>Prédation exercée par les CHIENS</u>	• Forte présence humaine ► omniprésence des chiens	➤ Mutilation voire mort de nombreux individus ; ➤ Affaiblissement des populations.
- <u>Introduction de tortues étrangères</u> aux populations naturelles	• Relâcher d'individus issus de captivité • Mauvaise perception de l'espèce, de ses besoins et de son milieu	➤ Transmission de maladies et de parasites étrangers ; ➤ Apport de gènes étrangers ; ➤ Mal adaptation aux conditions de vie locales.

De multiples menaces.

Annexe n°3

En partenariat avec :



La Liste rouge des espèces menacées en France

Reptiles de France métropolitaine

Nom scientifique	Nom commun	Catégorie Liste rouge France	Critère Liste rouge France	Catégorie Liste rouge mondiale
<i>Iberolacerta aurelioi</i>	Lézard d'Aurelio	CR	B1ab(iii)	EN
<i>Vipera ursinii</i>	Vipère d'Orsini	CR	B1ab(i,ii,iii,iv)	EN
<i>Mauremys leprosa</i>	Emyde lépreuse	EN	B1ab(i,ii,iii,iv,v)	NE
<i>Iberolacerta aranica</i>	Lézard du Val d'Aran	EN	B2ab(iii)	CR
<i>Iberolacerta bonnali</i>	Lézard de Bonnal	EN	B1ab(iii)	NT
<i>Testudo hermanni</i>	Tortue d'Hermann	VU	B1ab(i,ii,iii,iv,v)	NT
<i>Timon lepidus</i>	Lézard ocellé	VU	A4ac	NT
<i>Emys orbicularis</i>	Cistude d'Europe	NT	pr. B1ab	NT
<i>Euleptes europaea</i>	Phyllodactyle d'Europe	NT	pr. B1	NT
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Hémidactyle verruqueux	NT	pr. B1	NE
<i>Archaeolacerta bedriagae</i>	Lézard de Bedriaga	NT	pr. B1	VU
<i>Psammodromus hispanicus</i>	Psammodrome d'Edwards	NT	pr. B1ab	LC
<i>Vipera seoanei</i>	Vipère de Séoane	NT	pr. B1	LC
<i>Tarentola mauritanica</i>	Tarente de Maurétanie	LC		LC
<i>Anguis fragilis</i>	Orvet fragile	LC		NE
<i>Algyroides fitzingeri</i>	Algyroïde de Fitzinger	LC		LC
<i>Lacerta agilis</i>	Lézard des souches	LC		NE
<i>Lacerta bilineata</i>	Lézard vert occidental	LC		LC
<i>Zootoca vivipara</i>	Lézard vivipare	LC		LC
<i>Podarcis liolepis</i>	Lézard catalan	LC		NE
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	LC		LC
<i>Podarcis siculus</i>	Lézard des ruines	LC		LC
<i>Podarcis tiligerta</i>	Lézard tyrrhénien	LC		LC
<i>Psammodromus algirus</i>	Psammodrome algire	LC		LC
<i>Chalcides striatus</i>	Seps strié	LC		LC
<i>Coronella austriaca</i>	Coronelle lisse	LC		NE
<i>Coronella girondica</i>	Coronelle girondine	LC		LC
<i>Zamenis longissimus</i>	Couleuvre d'Esculape	LC		NE
<i>Hierophis viridiflavus</i>	Couleuvre verte et jaune	LC		LC
<i>Malpolon monspessulanus</i>	Couleuvre de Montpellier	LC		NE
<i>Natrix maura</i>	Couleuvre vipérine	LC		LC
<i>Natrix natrix</i>	Couleuvre à collier	LC		LC
<i>Rhinechis scalaris</i>	Couleuvre à échelons	LC		LC
<i>Vipera aspis</i>	Vipère aspic	LC		LC
<i>Vipera berus</i>	Vipère péliade	LC		NE
<i>Caretta caretta</i>	Tortue caouanne	DD		EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	DD		CR

Liste des sous-espèces et populations ayant fait l'objet d'une évaluation particulière

Nom scientifique	Nom commun	Sous-espèce ou population	Catégorie Liste rouge France	Critère Liste rouge France
<i>Testudo hermanni</i>	Tortue d'Hermann	Pop. varoise	EN	B1ab(i,ii,iii,iv,v)
<i>Lacerta agilis</i>	Lézard des souches	Ssp. garzoni	EN	B1ab(iii)
<i>Euleptes europaea</i>	Phyllodactyle d'Europe	Pop. provençale	VU	D2
<i>Euleptes europaea</i>	Phyllodactyle d'Europe	Pop. corse	NT	pr. B1
<i>Natrix natrix</i>	Couleuvre à collier	Ssp. corsa	NT	pr. B1

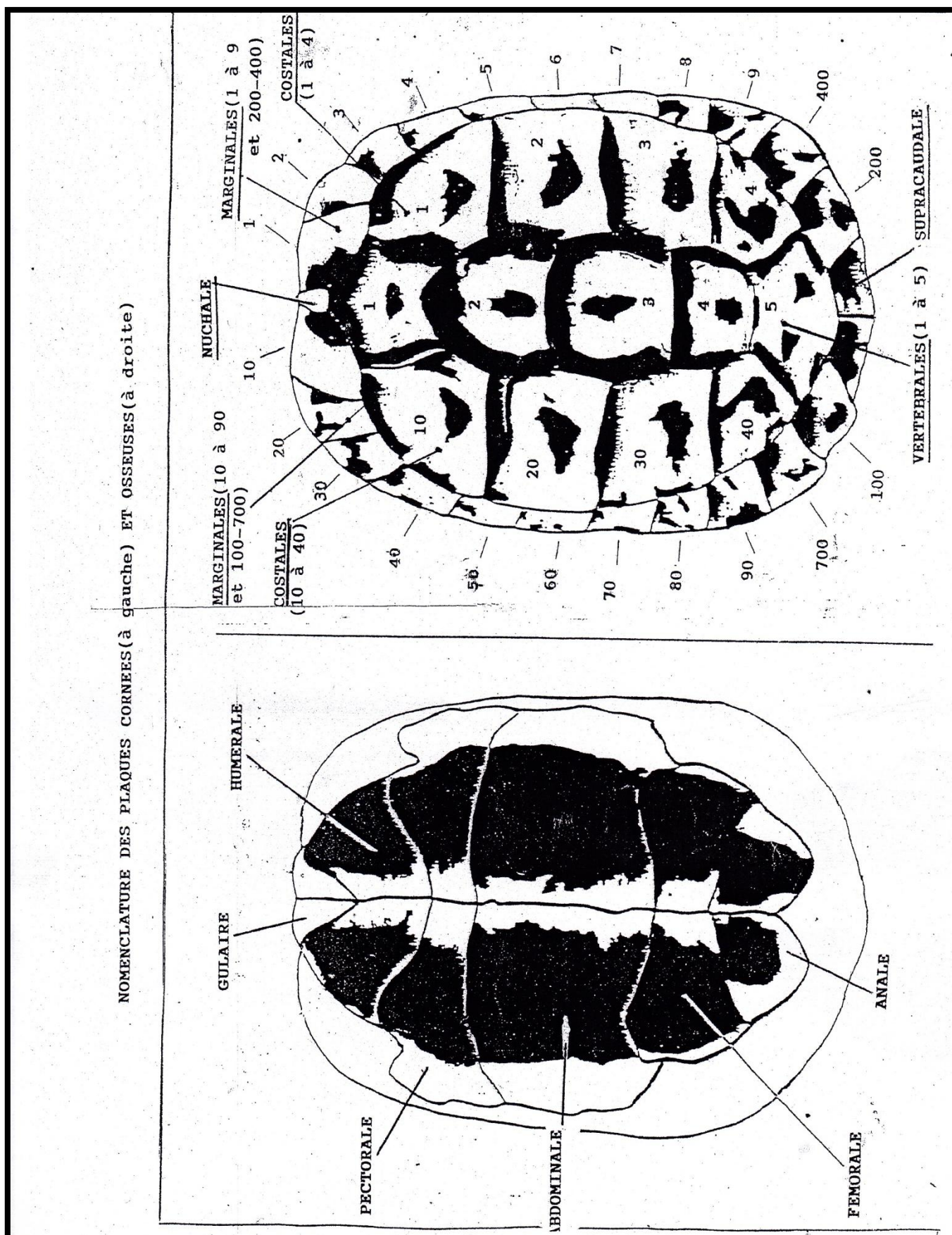
Liste rouge des espèces de Reptiles menacées en France.

Annexe n°4

Partenaires	Missions
❖ ARPE-PACA (Agence Régionale Pour l'Environnement)	➤ Coordination technique administrative et financière du programme & responsable des actions de communication.
❖ CEN-PACA (Conservatoire d'Espace Naturel de Provence)	➤ Responsable de la mise en œuvre des actions de gestion sur les sites.
❖ EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes)	➤ Responsable du suivi scientifique des populations et des habitats.
❖ SOPTOM (Station d'Observation des TOrtues et de leur Milieu)	➤ Responsable des études comportementales, des évaluations des aménagements et des réintroductions & relais de communication, informe directement le grand public.
❖ Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)	➤ Responsable des actions de surveillance.
❖ Conservatoire du Littoral	➤ Responsable des actions d'aménagements conduites sur les sites dont il est propriétaire.
❖ Commission Européenne	➤ Partenaire financier
❖ Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire	➤ Partenaire financier
❖ Région PACA	➤ Partenaire financier
❖ Conseil Général du Var	➤ Partenaire financier

Les partenaires du programme LIFE+.

Annexe n°5



Nomenclature des plaques cornées et osseuses servant au marquage par trait de scie des tortues.

Annexe n°6

Fiche C-M-R 2012

Observateur:	N° CLIP:	Code encoche:
Date:	Sex:	Age:
Site:	Replicat:	Capture: ☐ Recapture: ☐
Zone ouverte:	☐ no ☐ yes	N° Emetteur : Fréquence :

Time (begin):	Time (end):	Météo:
Position GPS:	N:	E:
T° ombre:	T° sol-soleil:	Humidity %:
Wind direction:	Speed:	
Detection mode:	☐ Ouïe ☐ Vue ☐ Toucher ☐ Odorat	 M
Feces?	☐ no ☐ yes	Sample: Mass:
Urine?	☐ no ☐ yes	
Mouth print?	☐ no ☐ yes	☐ clean

BM:	BM after feces:	BM after urinate:
TL nuch (SCL):	Width mid (MI):	Plast lenght max (PL):
TL max (CL):	Width max (MX):	Plast lenght mid (PL-m):
Hight (HE):		Plast width max (PW):
		Pect junct:
		Femor junct:
		Anal Not Witdh (ANW):
		Anal sup junc (ASJ):

Activity

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ☐ Basking | ☐ Accouplement |
| ☐ Immobilité | ☐ au soleil |
| ☐ Déplacement | ☐ à l'ombre |
| ☐ Alimentation | ☐ soleil partiel |
| ☐ Combat | ☐ cachée |
| ☐ Ponte | ☐ Creuse |

Behaviour

A la prise (+3sec.)

- | |
|---|
| ☐ se débât |
| ☐ immobilité non rétractée |
| ☐ rétractée |

Obs:.....

Micro-habitat:

Strate herbacée (%):
 Strate sous-arbsutive (<1,6m, %):
 Strate arbustive (1,6-4m, %):
 Strate arborescente (<4m, %):

Type:

soleil ☐ herb haute ☐ ombre ☐
 petit buissons ☐ gros buisson ☐

Slope: (1-5)

Direction:

Macrohabitat: Frich lisière Prairie mare maquis Ruisseau Guarrigue Taillis Futaie autre.....

Obs:.....

Caractéristiques

Tâche jaune sur la joue ?	Yes No	Supra-caudale divisée en face interne?	Yes No
Bandes noires continues sur le plastron?	Yes No	Blessures?	Yes No
Griffe cornée au bout la queue ?	Yes No	Suture pectorale<suture fémorale?	Yes No
Ergots derrière les cuisses?	Yes No	Anomalies?	Yes No
Supra-caudale divisée en face externe ?	Yes No	Nombre de marginales	G: D:

Description traits de scie, blessures et/ou anomalies.....EGG

.....

.....

.....

.....

Picture:.....

Annexe n°7

FICHE "Radiotrack 2012"									
Date :		Observateur :		MTO :		☐ Soleil		☐ Sol part	
Site :		N° répliquat :		Vit vent :		☐ Nuage		☐ Averse	
Pts GPS (hdd.dd) - Nom:.....				N.....		E.....			
Heure (début).....		Heure (fin).....		T° sol-ombre.....		T° sol-soleil.....			
Emetteur		Fréquence		N° Clip tortue		Sexe		BM:	
Activité									
☐ Immobilité		☐ Déplacement		☐ Combat		☐ Au soleil		☐ A l'ombre	
☐ Accouplement		☐ Creuser		☐ Ponte		☐ Non déterminable (tps couvert)		☐ Cachée	
☐ Alim		☐ bouche verte						☐ Sol. Part.	
☐ feces		☐ sample:		Mass:		BM after feces:		Obs.....	
☐ urine		☐ mouth print				BM after urinate:			
Cachette									
☐ nichée (que marg cachées)		☐ enterrée partiellement		☐ invisible (totalement enfouie)		☐ Substrat		☐ Sol/terre	
						☐ Pierre		☐ Autre:	
						☐ Végétal:		☐ Tronc/Boi:	
Etiquette + code :		Orientation		Réutilisation :		☐ Non		☐ Oui	
		N S E O				☐ Abris climatique		☐ Nocturne	
Microhabitat: cercle de 1 mètre de diamètre au niveau de la tortue									
Type : soleil, herbes hautes, petit buisson, gros buisson, ombre									
% Rec. Substrat + Strate herb (TOT=100%)					Ensoleillement cercle : ☐ Ombragé				
Sol nu:..... * Litière:..... *					☐ Soleil partiel ☐ Soleil total				
Roche:..... * Bois:..... *					Hygrométrie: Couv canopé sol: %				
Strat muscinale:..... * Esp dominantes :					Pente (1-5): Exposition:				
Strat herbacée:..... *									
% Rec strate Végétal					Esp dominantes :				
Strat ss-arbustive (< 1,70):.....									
Strat arbustive (1,70 à 4 m):.....									
Strat arborescente (> 4 m):.....									
Hauteur max. Vég:.....					Dist eau:..... lisière: m				
Nombre de ligneux supérieurs à 4 m sur cercle de 5 mètres de diamètre:									
Macrohabitat: Friche Lisière Prairie Lac ou mare Maquis Ruisseau Guarrigue									
Taillis Futaie Roncier Zone ouverte Autre:									
Cercle de 1 mètre de diamètre à 25 mètres (aléatoire)									
Direction du Pts : S SO O NO N NE E SE									
Pts GPS (hdd.dd) - Nom:.....				N.....		E.....			
Type : soleil, herbes hautes, petit buisson, gros buisson, ombre									
% Rec. Substrat + Strate herb (TOT=100%)					Ensoleillement cercle : ☐ Ombragé				
Sol nu:..... * Litière:..... *					☐ Soleil partiel ☐ Soleil total				
Roche:..... * Bois:..... *					Hygrométrie: Couv canopé sol: %				
Strat muscinale:..... * Esp dominantes :					Pente (1-5): Exposition:				
Strat herbacée:..... *									
% Rec strate Végétal					Esp dominantes :				
Strat ss-arbustive (< 1,70):.....									
Strat arbustive (1,70 à 4 m):.....									
Strat arborescente (> 4 m):.....									
Hauteur max. Vég:.....					Dist eau:..... lisière: m				
Nombre de ligneux supérieurs à 4 m sur cercle de 5 mètres de diamètre:									
Macrohabitat: Friche Lisière Prairie Lac ou mare Maquis Ruisseau Guarrigue Taillis Futaie Autre									

Fiche de terrain pour le suivi télémétrique.

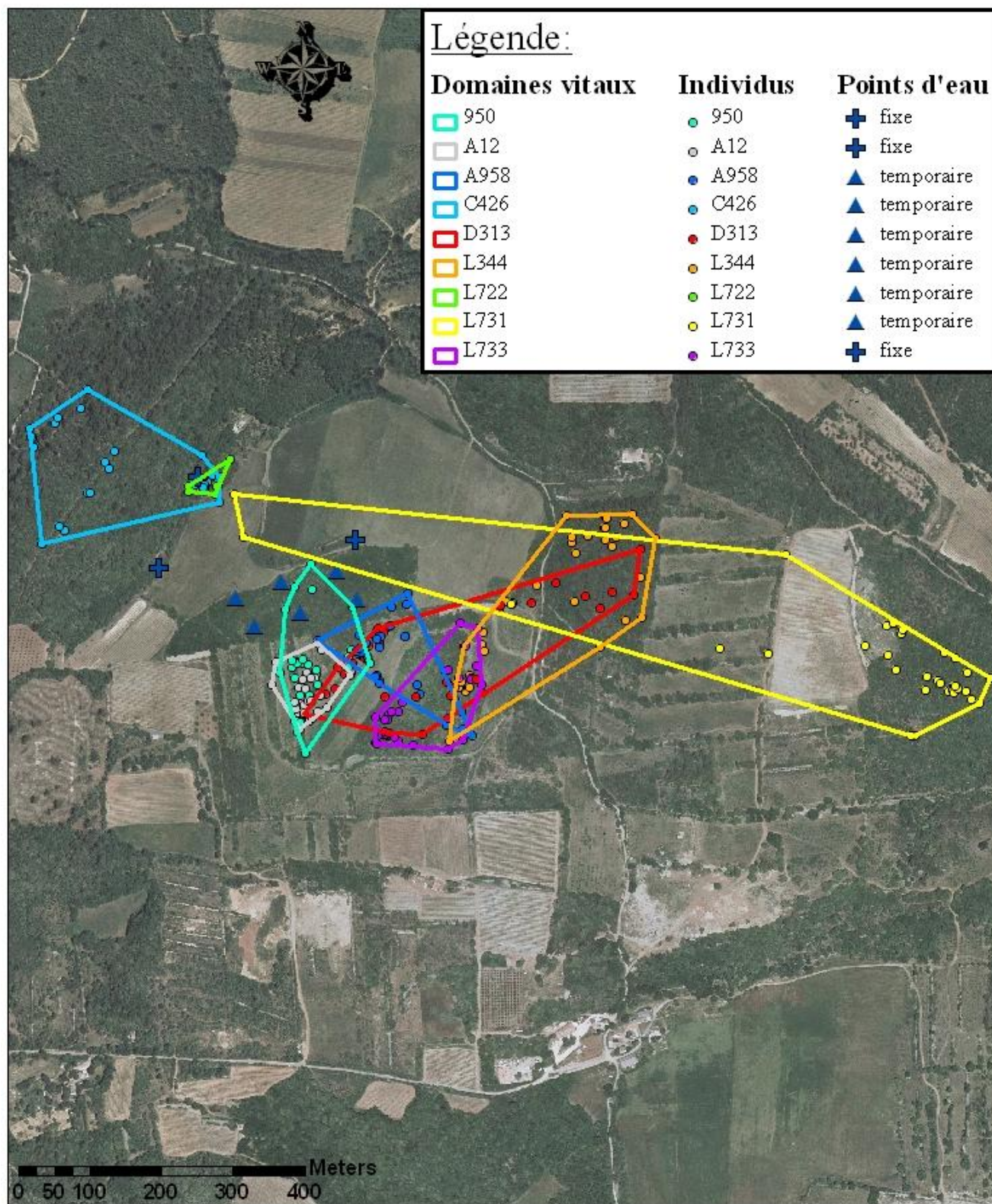
Annexe n°8

Observateur :	Site :	heure début :
Date :	Météo :	heure fin :

[illegible][illegible]

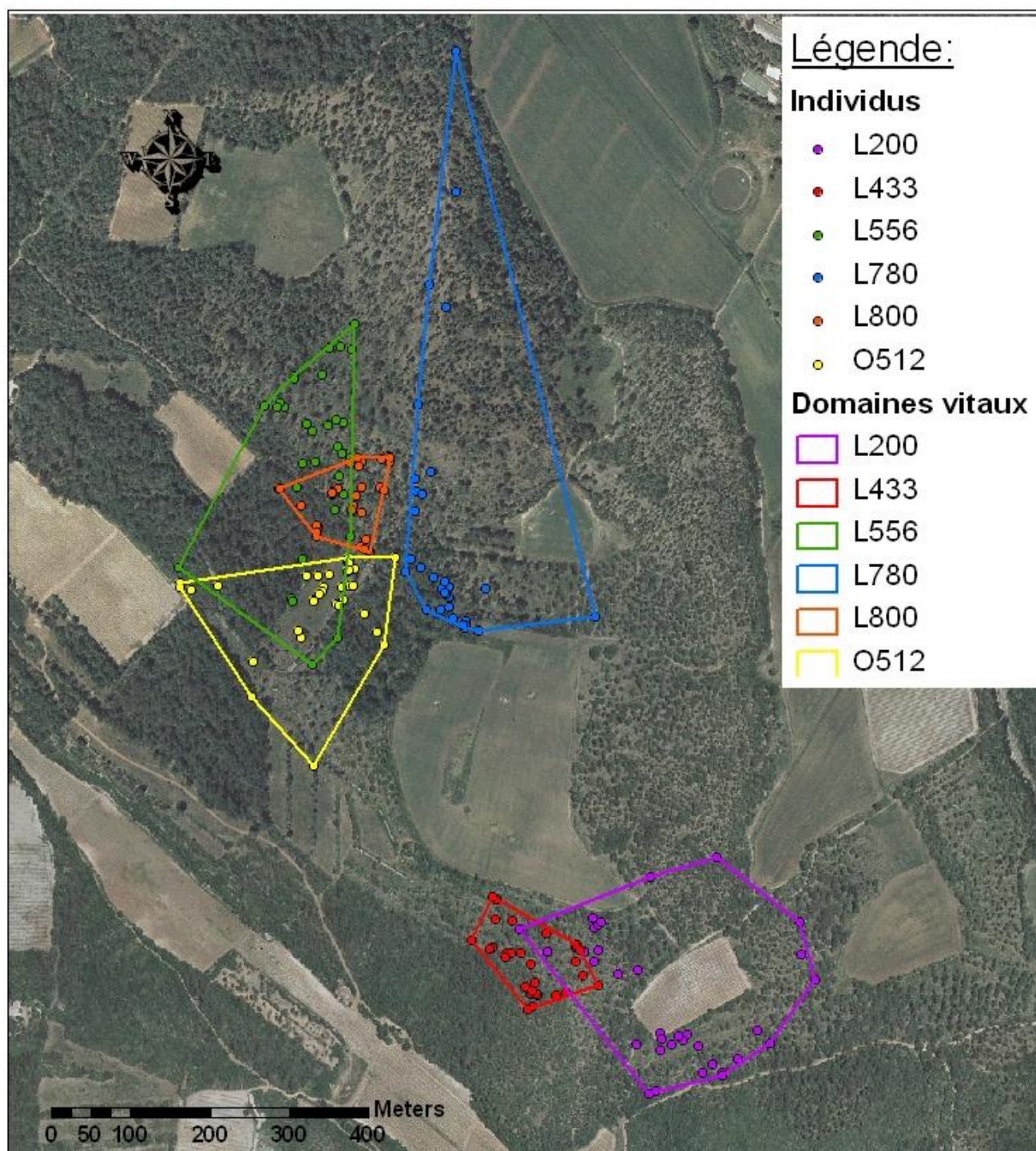
Fiche journalière des suivis.

Annexe n°9



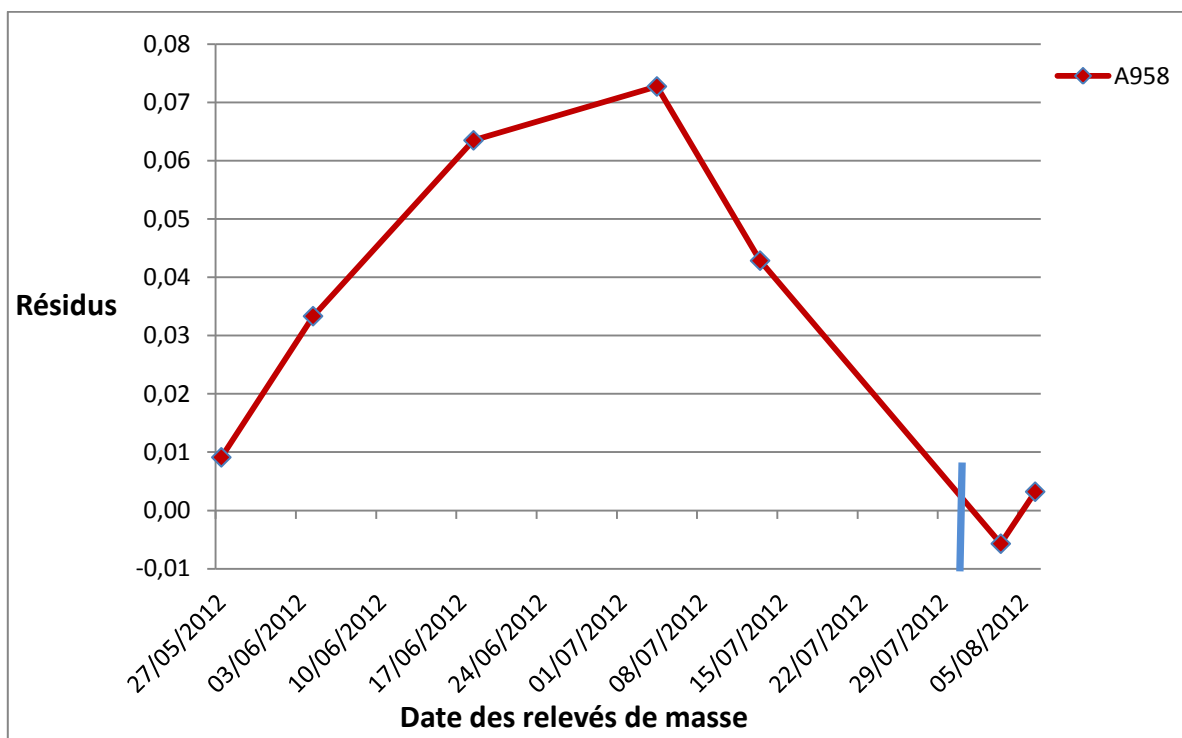
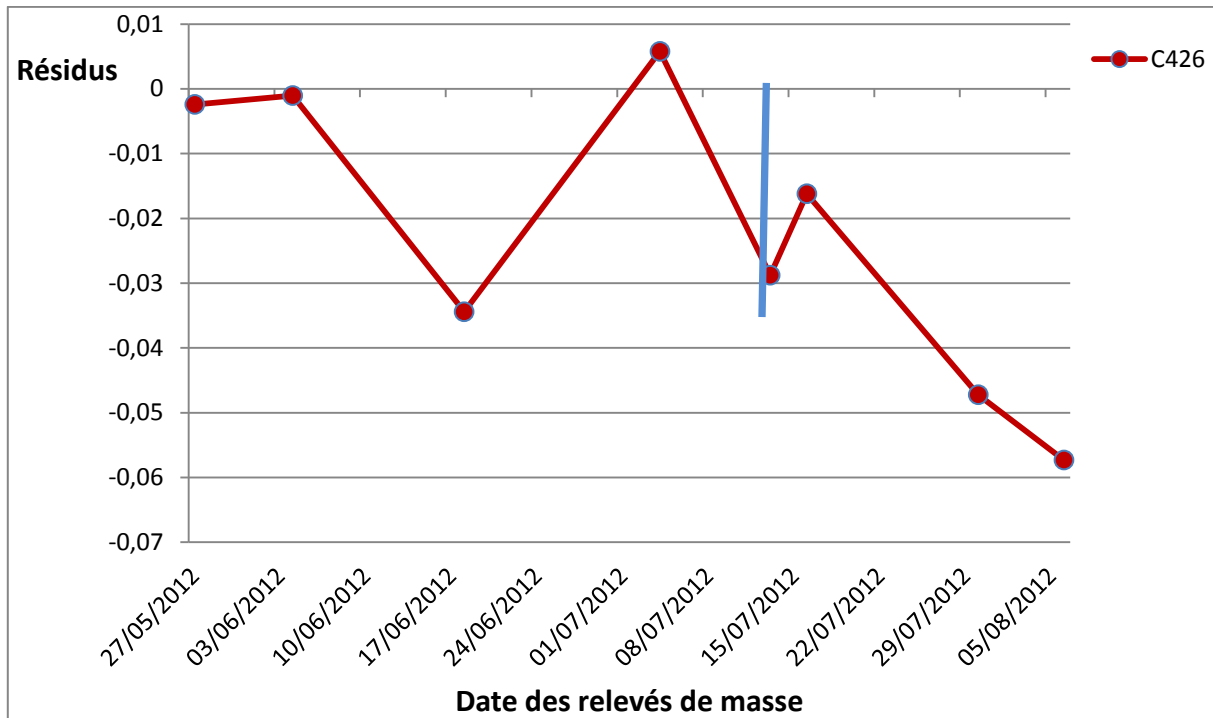
Cartographie des domaines vitaux des tortues suivies sur le site aménagé de Redon.

Annexe n°10



Cartographie des domaines vitaux des tortues suivies sur le site témoin de Rouvède.

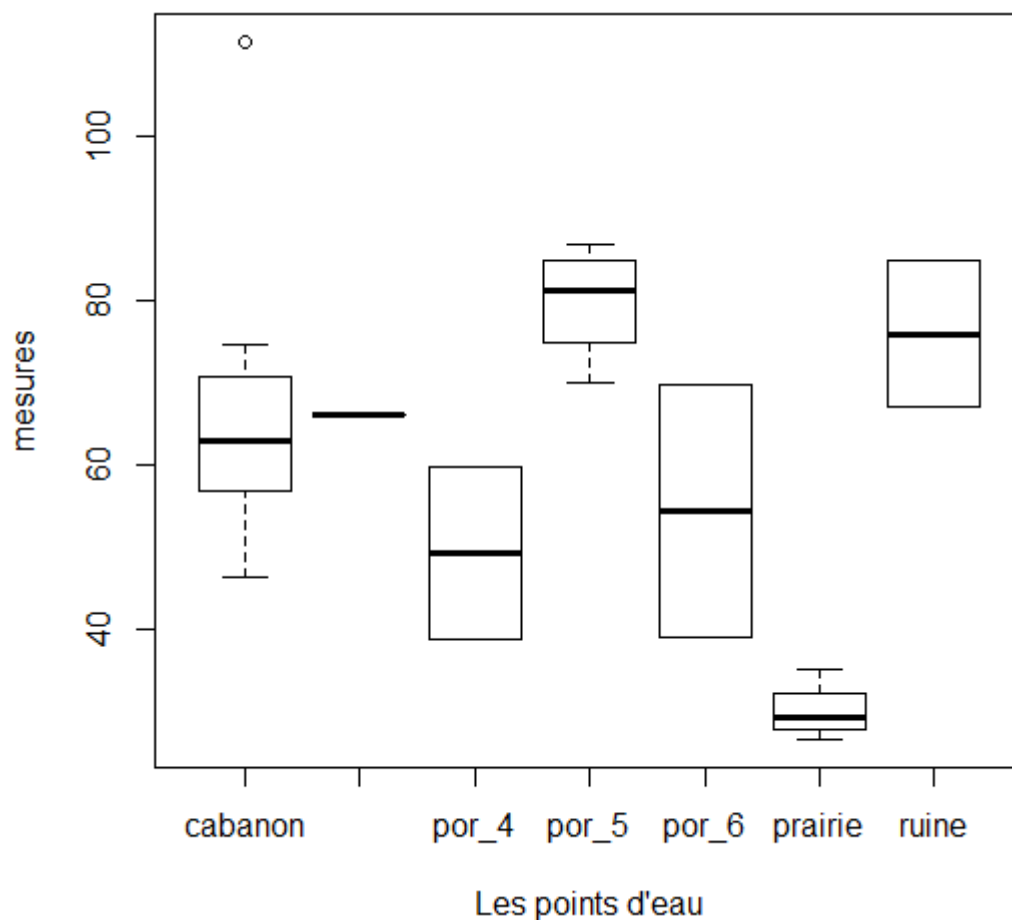
Annexe n°11



Graphiques de l'évolution des Indices de Condition Corporelle des deux tortues photographiées aux points d'eau.

(La ligne bleue représente le jour où elles sont venues s'hydrater)

Annexe n°12



Fréquentation des points d'eau en fonction de la taille de l'écart entre les traces de pattes.

Annexe n°13



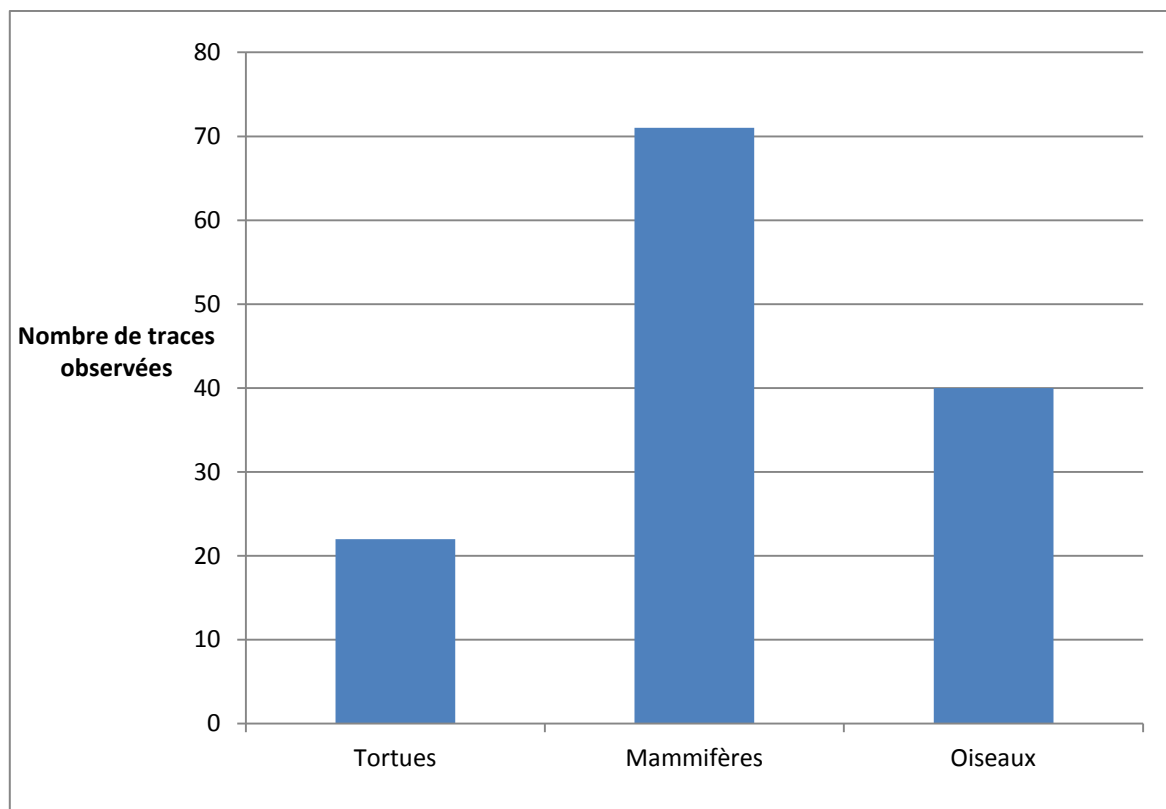
5 MINUTES

POR 05

JUL.30,12 12:51PM

Image d'un piège photo, où une tortue équipée (individu mâle A958) vient s'hydrater.

Annexe n°14



Graphique de la fréquentation des points d'eau par la faune, d'après les traces observées.

Annexe n°15

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte de données	Analyse statistiques	Rédaction
Principal	Sébastien Caron & Jean-Marie Ballouard, maîtres de stage	Margot Gomez, stagiaire	Sébastien Caron & Jean-Marie Ballouard, maîtres de stage	Margot Gomez, stagiaire	Margot Gomez, stagiaire	Margot Gomez, stagiaire
Secondaires	Margot Gomez, stagiaire	Sébastien Caron & Jean-Marie Ballouard, maîtres de stage		Anna Guinet, stagiaire & Laure Servant, service civique		

Tableau des tâches.

Annexe n°16

	Semaine 1 (26 Mars - 1 Avril)	Semaine 2 (2 - 8 Avril)	Semaine 3 (9 -15 Avril)	Semaine 4 (16 - 22 Avril)	Semaine 5 (23 - 29 Avril)	Semaine 6 (30 Avril - 6 Mai)	Semaine 7 (7 - 13 Mai)
Bibliographie							
Terrain							
Statistiques							
Rédaction du rapport							

Semaine 8 (14 - 20 Mai)	Semaine 9 (21 - 27 Mai)	Semaine 10 (28 Mai - 3 Juin)	Semaine 11 (4 - 10 Juin)	Semaine 12 (11 - 17 Juin)	Semaine 13 (18 - 24 Juin)	Semaine 14 (25 Juin - 1 Juillet)
						

Semaine 15 (2 - 8 Juillet)	Semaine 16 (9 - 15 Juillet)	Semaine 17 (16 - 22 Juillet)	Semaine 18 (23 - 29 Juillet)	Semaine 19 (30 Juillet - 5 Aout)	Semaine 20 (6 - 12 Aout)	Semaine 21 (13 - 19 Aout)
						
						
						

Semaine 22 (20 - 26 Aout)	Semaine 23 (27 - 31 Aout)
	
	

Calendrier du stage.

Résumé

Les populations de tortues d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) déclinent sur l'ensemble de leur aire de répartition. Dans le cadre du programme européen LIFE+, des points d'eau ont été créés sur un site doté d'une mare temporaire, constituant ainsi une ressource hydrique estivale. La SOPTOM-CRCC a pour objectif d'évaluer l'effet de cet aménagement dans le but de la création d'outils pour les gestionnaires d'espaces naturels en Europe. Dans ce rapport, j'ai évalué l'effet de la présence de ressources hydriques sur : 1- la structure de la population de tortues présente sur le site ; 2- l'utilisation des domaines vitaux et la condition corporelle des individus ; 3- l'utilisation des points d'eau temporaires par les tortues. Grâce à la technique de Capture-Marquage-Recapture, j'ai pu notamment mettre en valeur la présence importante de juvéniles sur le site comparé au site témoin (sans présence de mare et de point d'eau). Dans un second temps, via un suivi télémétrique de seize individus sur les deux sites, j'ai comparé la taille des domaines vitaux des tortues suivies et l'évolution de leur condition corporelle pendant deux mois et demi. Enfin, j'ai également pu quantifier l'utilisation des points d'eau par les tortues, grâce aux relevés de traces autour de ces deniers. Bien que d'autres résultats doivent être analysés (ex : écophysiologie), l'ensemble des résultats obtenus suggère que la présence d'eau (ex : via des aménagements) peut bénéficier aux tortues et plus largement à la dynamique de la population.

Mots clefs :

- Tortue d'Hermann
- Capture-Marquage-Recapture
- Radiotracking
- Points d'eau
- Domaine vital
- Condition corporelle