

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/304930998>

Mise en place d'un protocole de suivi à long terme de la tortue d'Hermann dans la plaine des Maures

Technical Report · January 2006

DOI: 10.13140/RG.2.1.1567.8965

CITATION

1

READS

559

5 authors, including:



Marc Cheylan

Ecole Pratique des Hautes Etudes

271 PUBLICATIONS 2,715 CITATIONS

SEE PROFILE



Guillaume Astruc

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

29 PUBLICATIONS 212 CITATIONS

SEE PROFILE



Aurélien Besnard

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

256 PUBLICATIONS 3,182 CITATIONS

SEE PROFILE



Albert Bertolero

127 PUBLICATIONS 1,765 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



appui méthodologique aux aires protégées [View project](#)



Habitat Suitability, Genetic Diversity and Population Structure of Two Sympatric Fruit Bat Species Reveal the Need of an Urgent Conservation Action [View project](#)

Mise en place d'un protocole de suivi à long terme de la tortue d'Hermann dans la plaine des Maures

Marc Cheylan,
Guillaume Astruc
Aurélien Besnard
Albert Bertolero
Antoine Pasquier



2006

Mise en place d'un protocole de suivi à long terme de la tortue d'Hermann dans la plaine des Maures

Objectifs

La tortue d'Hermann est une espèce très menacée en Espagne, France et Italie. Les populations y sont généralement isolées et pour la plupart en déclin. Actuellement, on ne dispose pas d'évaluation précise sur le statut des différentes populations, ni sur leur évolution récente. La mise en place d'un suivi à long terme est aujourd'hui souhaitable pour 1/ évaluer le statut actuel des populations (faire un état zéro des populations) et 2/ suivre le devenir de ces populations dans le futur. Pour faire prendre conscience de l'urgence à protéger l'espèce, il est nécessaire en effet d'apporter les preuves de son déclin, sur la base de données tangibles. Le travail entrepris vise à mettre en place un protocole de suivi à long terme, applicable à grande échelle. Ce protocole doit être suffisamment simple pour être reconduit à l'identique à intervalles réguliers (tous les 5 ou 10 ans par exemple) et suffisamment robuste sur le plan méthodologique pour garantir la fiabilité des résultats. Il doit également être applicable sur le terrain à moindre coût et sans expérience particulière, puisque de nombreux observateurs, expérimentés ou non, seront amenés à y participer au fil des ans.

Méthodologie

Il existe de nombreuses méthodes permettant d'estimer des densités de population, absolues (dénombrement exhaustif ou partiel de la population) ou relatives (indice horaire ou kilométrique,...). Les techniques de densité absolue nécessitent le marquage partiel ou total d'une population ce qui implique un effort de terrain important, difficilement applicable sur de grandes surfaces (c'est-à-dire au delà de 20-30 hectares pour une espèce comme la tortue d'Hermann). Les techniques basées sur les densités relatives sont plus adaptées aux suivis à grande échelle, mais sujettes à de nombreuses contraintes : nombre important d'observations, forte influence des conditions météorologiques etc. L'utilisation de la méthode des transects peut utilement être appliquée sur certains sites protégés pour lesquels l'accès au site ne pose pas problème. En revanche, elle s'avère difficile à mettre en œuvre sur des sites non protégés ainsi que sur le long terme. Plusieurs raisons expliquent cela : sur des sites non protégés, la répétition d'un itinéraire de plusieurs kilomètres se heurte souvent à des changements d'état ; une propriété privée peut par exemple refuser l'accès de tout ou partie du parcours. La seconde contrainte est liée à la reproductibilité du parcours. Même si celui-ci a été matérialisé sur carte ou sur photo aérienne, l'expérience montre qu'il est parfois difficile de retrouver, 10 ans après, un itinéraire de plusieurs kilomètres, surtout si le paysage a été transformé. La méthode des transects, mise en œuvre dans la plaine des Maures à partir de 1993 (Cheylan 2003, Maughan 2005) a donc été abandonnée en 2006 au profit d'une méthode plus robuste et plus fiable, inspirée des travaux de MacKenzie et al. (2006).

Principe

Le principe de la méthode consiste à choisir, sur un territoire donné, un certain nombre de sites sur lesquels seront pratiquées des visites dans des conditions standardisées. Sur chacun des sites, la tortue d'Hermann sera contactée avec une certaine probabilité, essentiellement déterminée par la densité des individus (d'autant plus forte que la densité est haute). Ceci implique que les autres sources de variations pouvant affecter la découverte des tortues soient contrôlées et réduites autant que faire se peut. Pour limiter les sources de variation « parasites », plusieurs contraintes ont été respectées :

- Les visites ont été effectuées uniquement au printemps (15 avril 15 juin).
- Elles ont été conduites uniquement en matinée, aux heures d'activité optimale des tortues, c'est-à-dire à partir de 2 heures après le lever du soleil et jusqu'à 13-14 heures au plus tard (cet horaire peut varier selon la date et les conditions météo du jour). En pratique, l'heure la mieux appropriée se place entre 10 heures (heures locales) fin avril début mai et 8 h 30 - 9 heures fin mai début juin.
- Les comptages sont réalisés par un observateur durant une heure (les temps d'arrêt sont décomptés du temps passé sur le site).
- Les conditions météorologiques doivent être bonnes : temps ensoleillé ou faiblement nuageux, vent faible, et température conforme à l'activité des tortues (entre 20 et 35 ° de température ambiante).
- La vitesse de progression de l'observateur, régulière, correspond à une marche lente permettant une attention visuelle soutenue (exploration méthodique du sol de part et d'autre du sens de marche sur une bande passante d'environ deux mètres).

Calibration de la méthode, test de robustesse

Lorsque l'on met en place un protocole, il est important d'en tester la robustesse statistique. Celle-ci dépend essentiellement de deux choses 1/ de la rigueur des mesures (réduire les sources de variation indésirables), et 2/ du nombre de mesures (importance de l'échantillon). Dans le cas présent, il s'agissait dans un premier temps de déterminer la taille des placettes de mesure et le temps à passer sur chacune des placettes. Ces deux paramètres ont été fixés par approximation, en tenant compte 1/ de la probabilité de détection d'un individu (déjà connu par des opérations de CMR sur quadrat) et 2/ du temps nécessaire pour couvrir une surface échantillon. Après divers tests de terrain, le choix s'est porté sur des placettes de 5 hectares, qui offrent le meilleur compromis entre le nombre de tortues potentiellement contactables et l'effort d'échantillonnage. A partir de là, il restait à définir le nombre de sites à échantillonner et l'effort à fournir sur chacun des sites (combien de visites), sachant que cet effort est contraint par la période d'activité des tortues (deux mois tout au plus) et par les moyens humains disponibles (3 personnes à temps plein en 2006).

Pour cela, nous avons effectué un ensemble de simulations de jeux de données en faisant varier un certain nombre de paramètres afin d'établir quelles sont les conditions dans lesquelles la méthode MacKenzie et al. (2006) sera la plus robuste. Les paramètres des simulations sont :

- r qui correspond au taux de capture moyen d'une tortue donnée sur un site de 10 ha parcouru durant 1 heure par un observateur (données extraites des suivis de

Jean-Pierre Nougarede à Porto-Vecchio et de Marc Cheylan sur Capelude dans les Maures).

- **Nv** qui correspond au nombre de fois où le site est visité (une heure de prospection chaque fois)
- **Ns** qui correspond au nombre de sites retenus (importance de l'échantillon)
- **P** qui correspond au nombre de sites effectivement occupés par l'espèce
- **D** qui correspond à la densité minimale recherchée. Dans ce cas 3 ind/ha, valeur qui correspond, d'après notre expérience, à une densité en deçà de laquelle une population se trouve en situation critique.

Les paramètres **r** et **D** sont les paramètres fixes du modèle (connus par ailleurs). **P** est un paramètre fixé a priori dans le cadre de ces simulations et que nous avons fait varier entre 20% et 98%. Les paramètres **Nv** et **Ns** sont des paramètres variables, dont le choix découle essentiellement des moyens humains. Compte tenu des moyens humains disponibles en 2006, nous avons fait varier le nombre de visites (Nv) entre 3 et 4, le nombre de sites (Ns) entre 50 et 100. Le choix du nombre de visites a été déterminé sur la base empirique des travaux de MacKenzie *et al.* qui montrent qu'à partir de 3 visites, on stabilise fortement la variance des résultats. Le nombre de sites visités était contraint quant à lui par l'étendue du site Plaine des Maures (environ 6 000 ha) qu'il convenait de couvrir de façon relativement complète. Après diverses approximations sur SIG, la prise en compte de 100 sites s'est avérée optimale pour disposer, à long terme, d'une bonne couverture du territoire. A partir des moyens humains disponibles, nous avons opté pour un test avec 50 sites et un autre avec 100 sites. Pour le dernier paramètre (P : nombre de sites occupés par la tortue), nous avons tenu compte des valeurs obtenues les années précédentes à partir des transects, qui nous renseignent sur la probabilité de contacter une tortue sur un site donné en effectuant une pression d'observation d'une heure (voir Cheylan 2003).

Les résultats des modélisations apparaissent dans le tableau ci-dessous.

r	Nv	Ns	P	D	d théorique	d estimé
0,03	3	50	0,98	3	0,6	0.640 (0.039)
0,03	3	50	0,24	3	0,6	0.703 (0.083)
0,03	3	50	0,78	3	0,6	0.668 (0.049)
0,03	3	50	0,42	3	0,6	0.511 (0.081)
0,03	3	50	0,58	3	0,6	0.601 (0.063)
0,03	3	100	0,33	3	0,6	0.506 (0.061)
0,03	3	100	0,72	3	0,6	0.568 (0.040)
0,03	3	100	0,88	3	0,6	0.587 (0.038)
0,03	4	100	0,73	3	0,6	0.618 (0.030)
0,03	4	100	0,77	3	0,6	0.576 (0.030)
0,03	4	100	0,47	3	0,6	0.595 (0.038)
0,03	4	100	0,2	3	0,6	0.581 (0.059)

Ils montrent que la précision des résultats (colonne d estimé) est surtout influencée par la proportion de sites occupés (colonne P) mais aussi, dans une

moindre mesure, par le nombre de sites retenus (colonne Ns) et par le nombre de visites (colonne Nv) (les meilleurs résultats sont indiqués en rouge : précision < à 0.04). Comme on peut le voir, le meilleur résultat est obtenu avec 100 sites, 4 visites par site et un taux de sites occupés de 77 % (précision de 0.03). Une précision quasi identique est obtenue avec 50 sites, 3 visites et un taux d'occupation des sites de 98 % (précision de 0.039).

Nombre de sites suivis

Compte tenu de ce qui précède, nous avons cherché à nous rapprocher au mieux des conditions idéales, à savoir 100 sites visités 4 fois. Les moyens disponibles en 2006 ne permettaient pas toutefois d'atteindre cet objectif. Notre choix s'est donc porté sur le suivi de 60 sites visités 3 fois, choix qui offre, avec un taux d'occupation des sites de 96 %, une précision statistique très satisfaisante, puisque inférieure à 0,04.

Comme le montre la carte, l'échantillonnage a porté sur l'ensemble de la plaine des Maures (carte 1 en annexe). Les sites ont été choisis pour leur homogénéité sur le plan physionomique (type de végétation notamment) et leur appartenance à certaines catégories préalablement définies : zone incendiée ou non, terrains publics versus privés, zone pâturée ou non pâturée etc.

Calendrier des visites et horaires des comptages

Le calendrier des visites a été conditionné par le nombre d'observateurs, mais également par les conditions météorologiques. Généralement, deux sites proches géographiquement ont été prospectés durant une matinée par un observateur (fig. 1A). L'ordre des sites a ensuite été inversé au passage suivant, de manière à réduire le biais dû à l'horaire de comptage (début ou fin de matinée).

Les comptages ont été effectués entre 9 et 14 heures (heure locale), généralement aux alentours de 10 heures (soit majoritairement de 4 à 5 heures après le lever du soleil) pour le premier site visité (fig. 1B), et vers 11h30 pour le second, lorsque les conditions météorologiques favorables permettaient la prospection d'un deuxième site.

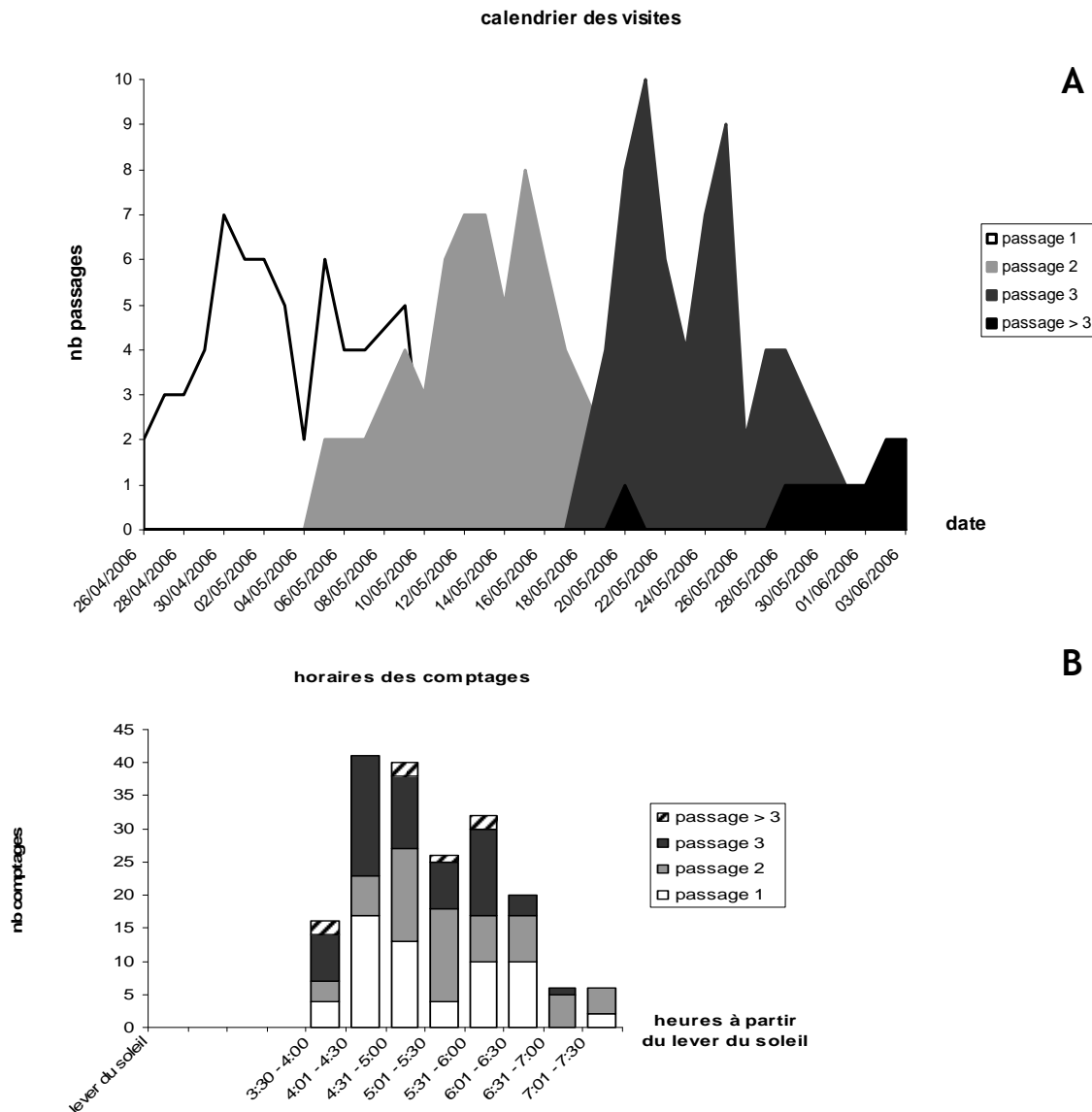


Figure 1. Calendrier (A) et horaires (B) des comptages.

Paramètres notés lors des visites

Chaque prospection fait l'objet d'une fiche (annexe 1) où sont consignées les informations relatives au site (n° d'ordre, nom du site), la date, les heures de début et fin de comptage, les conditions météorologiques (ciel et température) et le nom de l'observateur. La nature du biotope est également décrite de façon simplifiée : forêt de chênes lièges avec sous-bois de cistes et de bruyères, prairie avec cistes, pinèdes...

Les autres indications concernent le mode de découverte de l'animal (vu ou entendu), son activité (en déplacement, immobile, caché...) et les distances linéaires et perpendiculaires auxquelles celui-ci est vu ou entendu. Cet élément est important pour tenir compte de la difficulté de détection des tortues, qui peut être très différente selon le type de milieu prospecté (fermé ou ouvert). L'encombrement de la végétation masque en effet les tortues présentes lors du passage de l'observateur, ce qui diminue la densité observée sur le site. Une des solutions

consiste alors à standardiser à posteriori la « bande de vision » de l'observateur, ce qui implique de noter sur le terrain la distance observateur-tortue.

Mesures/ photos / âge

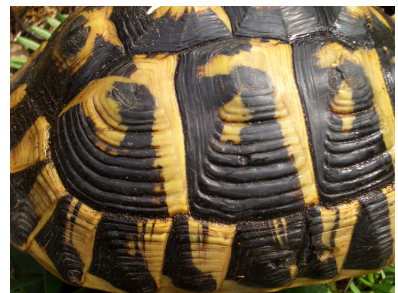
Une autre information utile pour mesurer un changement d'état (déclin ou stabilité de la population) consiste à évaluer la stabilité démographique de la population. En général, les populations déclinent lorsque les recrutements (naissances) ne compensent plus les départs (mortalité). Cela se traduit par des structures démographiques déséquilibrées, pauvres en jeunes individus. La mesure de la taille des tortues peut donc suffire à mesurer de telles évolutions. Le comptage des lignes de croissance cornées donne également une bonne mesure des âges, mais elle demande une certaine habitude. Pour standardiser la lecture des âges, nous avons choisi de réaliser des photos des écailles latérales de façon à ce que les estimations d'âge soient faites par une même personne (pour limiter le biais « observateur »).

Les autres informations notées sont le sexe de l'individu et la présence ou l'absence de blessures, en précisant leur nature (crocs, cassures, incendie). Ces blessures renseignent en effet sur les causes de mortalité pouvant toucher la population : fréquentation du site par des chiens ou des prédateurs naturels, gyrobroyage, incendie etc.

Chaque tortue observée est mesurée (fig. 2A) et photographiée sous trois angles (fig. 2B) : face ventrale, face dorsale et détail d'une écaille marginale (voir photos). Ces photos pourront également servir pour une reconnaissance à long terme puisque chaque individu présente un motif ou un arrangement des écailles qui lui est spécifique.



A



B

Figure 2. (A) mesure de la tortue. (B) photos prises pour chaque tortue.

Marquage des animaux

Une marque individuelle temporaire a été faite à la peinture sur chacune des tortues (un point sur les écailles marginales selon un code établi) de façon à estimer le nombre de tortues différentes vues au cours des trois visites. Ceci permet d'une part de calculer le taux de recapture individuel sur chacun des sites, et, d'autre part, de connaître le nombre minimum de tortues présentes sur le site.

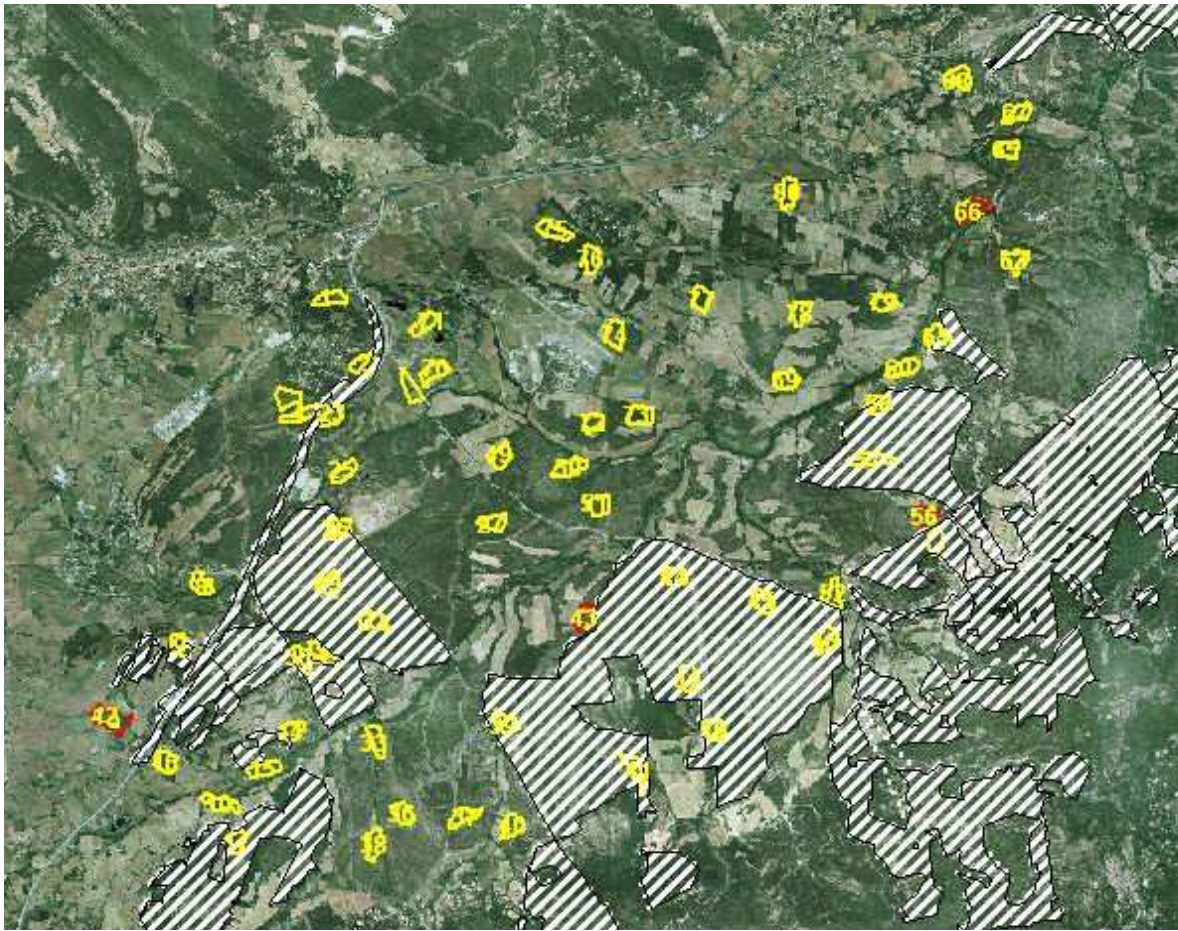
Calibrage de la méthode

Afin de calibrer la méthode, deux sites ont été prospectés sans limite de temps ou d'observateurs afin de connaître la densité absolue par CMR (capture – marquage – recapture) et les taux de capture individuels. Dans ce cas, les individus ont fait l'objet d'un marquage à plus long terme consistant en une incision sur une écaille marginale suivant un code établi.

Choix des sites et délimitation du périmètre d'étude

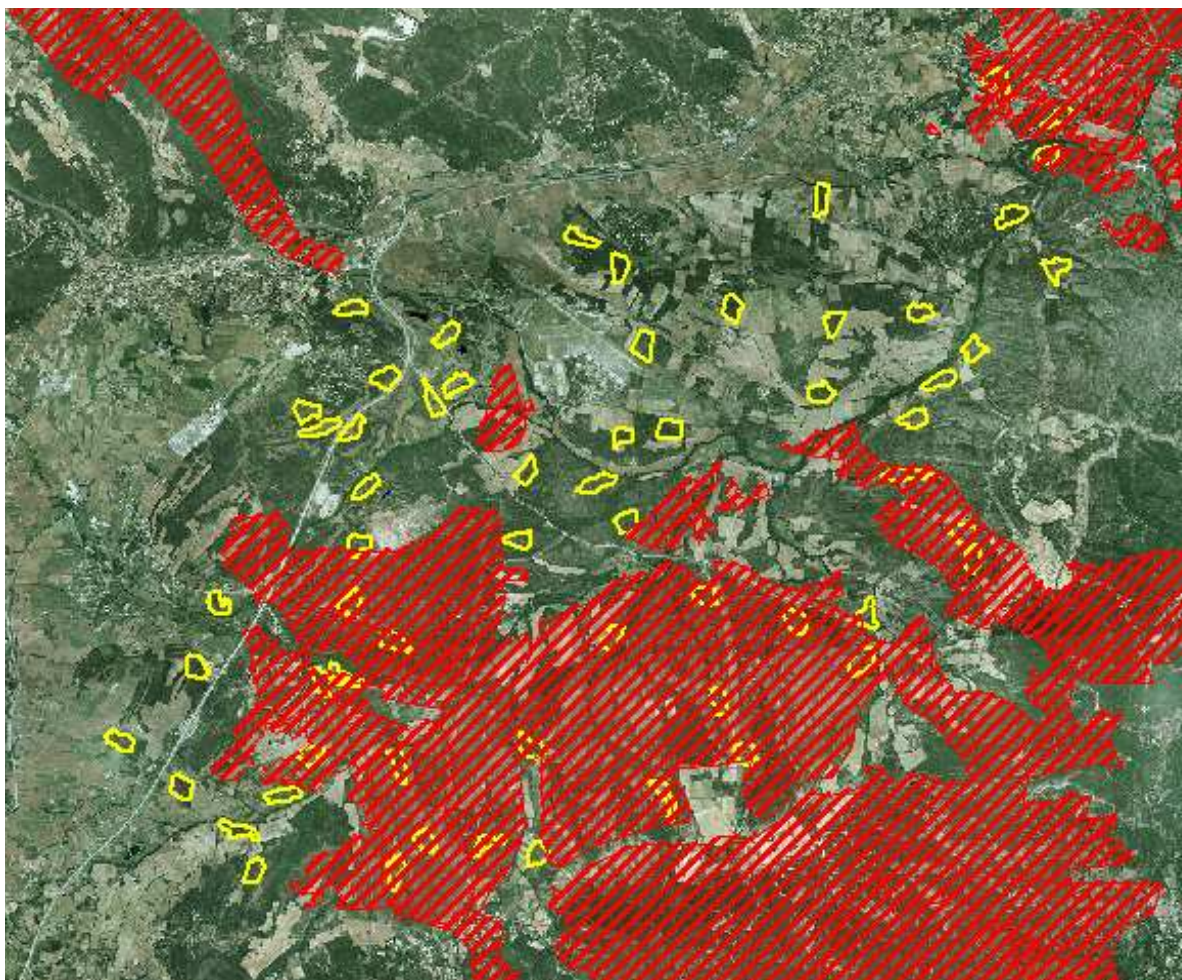
Pour rendre les données homogènes, toutes les prospections ont été faites sur une surface standard de 5 hectares. Des tests en nature ont montré qu'une superficie de 5 hectares constituait le bon compromis entre le nombre de tortues pouvant être contactées, le temps nécessaire pour couvrir le site, et la facilité à obtenir des sites homogènes.

Pour mesurer des tendances (des évolutions dans le temps), il convient par ailleurs de ne pas choisir que des sites protégés, dont on peut penser qu'ils conserveront sur le long terme leur population de tortues. Pour cela, les sites ont été répartis de façon aléatoire sur l'ensemble de la zone, quitte à visiter des zones parfois ingrates (abords d'agglomération par exemple). Dans un second temps, une visite de terrain a permis de vérifier la faisabilité du comptage : accès, autorisation pour les propriétés privées (carte 1), homogénéité du site etc. Les milieux fortement défavorables ont été exclus (forêts de pins denses, vignes) afin de limiter les résultats totalement négatifs. Sur le plan pratique, il était important de bien identifier les limites des sites retenus, de façon à pouvoir les revisiter à l'identique au fil du temps. Pour ce faire, chaque site a été porté sur photo aérienne, en s'appuyant autant que possible sur des limites naturelles : ruisseau, chemin, vignes etc. La configuration des sites n'est donc pas géométrique. Elle suit des limites naturelles facilement identifiables.



Carte 1. Sur les 60 sites sélectionnés, 15 appartiennent au domaine public (zones hachurées en blanc)

Le choix des sites a également tenu compte du phénomène incendie, particulièrement fréquent dans ce secteur (carte 2). Pour ce faire, 23 sites ont été positionnés à l'intérieur des zones incendiées depuis 1979, ce qui permettra de mesurer au fil du temps l'évolution des effectifs dans ces zones incendiées.



Carte 2. Sur les 60 sites suivis, 23 sites ont subi au moins un incendie depuis 1979 (zones hachurées en rouge).

Nombre d'observateurs

18 personnes, dont trois quasi-permanentes, ont participé aux prospections (Astruc Guillaume, Besnard Aurélien, Bertolero Albert, Chevalier Johan, Cheylan Marc, Coisman Béatrice, Gauthier Joël, Hermans Thomas, Jacob Morgane, Joyeux André, Lyet Arnaud, Monaco Francis, Orsini Philippe, Pasquier Antoine, Poitevin Françoise, Priol Pauline, Pullino Gilles, Rombaut Dominique, Roux Eric). Ceci correspond à une moyenne de quatre observateurs par jour sur la durée totale de l'étude (soit 34 jours de prospection) (figure 3).

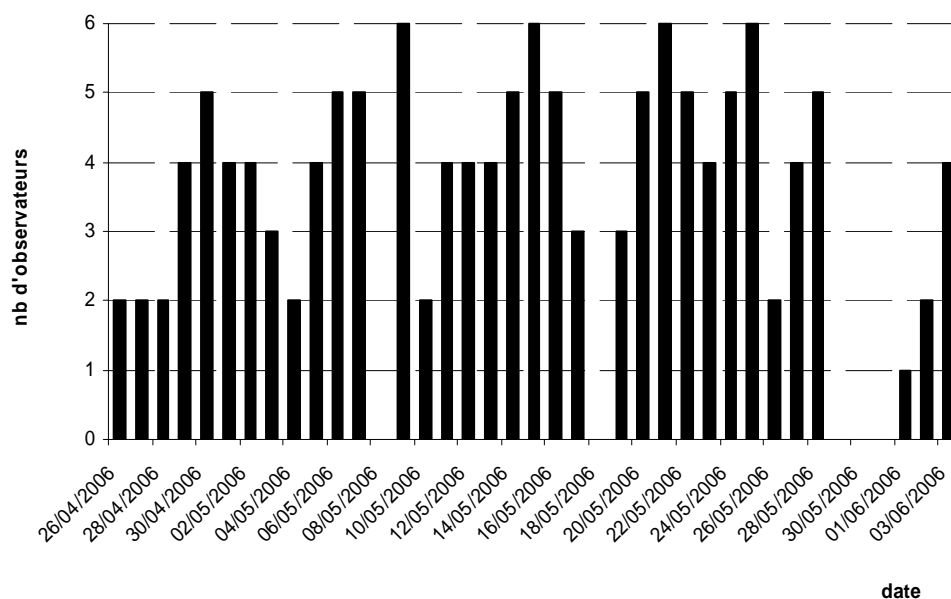


Figure 3 : nombre d'observateurs ayant participé aux comptages

Résultats :

Au total, 449 tortues différentes ont été observées (sur les 485 contacts) au cours des 187 heures de prospection.

Les résultats ponctuels (carte 2 en annexe) montrent que la tortue d'Hermann est présente sur l'ensemble de la plaine des Maures, avec des densités variables selon les localités (tableau 1). Sur les 60 sites échantillonnés, seuls deux sites ont donné des résultats négatifs (3 % des sites), la moyenne se situant à 8 tortues au cours des trois sessions d'une heure, soit une moyenne de 2,35 tortues/heure. Le maximum a été atteint sur le site 22, qui a livré 33 observations en 3 heures, correspondant à 31 tortues différentes ! Les taux de recapture varient de 0% (aucune tortue vue deux fois) à 26 % (7 tortues revues sur les 20 différentes).

Tableau 1. Bilan des échantillonnages.

ID site	Nom du site	nb total de tortues	nb moyen de tortues / heure	nb de tortues différentes	% recapture
1	La Pardiguière nord	7	1,75	7	0
2	Pardiguière	13	4,33	12	7,69
3	St André	1	0,33	1	0
4	Pardiguière	8	2,67	8	0
8	L'Angoustière	18	6	17	5,56
9	Repenti	11	3,67	11	0
12	L'Estagnol	22	4,4	20	9,09
14	Bel Amant (bord Aille)	5	1,67	4	20
15	Les Cours longs	8	2,67	8	0
16	Les Sigues	6	2	6	0
17	Jaubergues	11	3,67	10	9,09

22	Haute Verrerie	33	11	31	6,06
23	Clos de Maurin	26	8,67	24	7,69
25	Les Andracs Riautort	14	4,67	14	0
26	Balançan ouest	15	5	13	13,33
27	Reillane	15	5	12	20
29	Piste de Balançan	4	1,33	4	0
30	Péguier bois	4	1,33	4	0
31	Péguier prairies	11	3,67	10	9,09
32	Balançan Sud	5	1,67	5	0
33	Bastide d'Aille	15	5	14	6,67
36	La Plaine des Mayons	0	0	0	
37	Mourrefrey nord	8	2,67	7	12,5
38	Plantier du Teissadon	1	0,33	1	0
39	Piste de la Tuilière	8	2,67	8	0
40	Le Caffé	12	4	9	25
41	Vallon Jaudelières	4	1,33	3	25
42	Piste des Escarcets	3	1	3	0
43	Roure Trouca	27	4,5	20	25,93
44	Le Ginestier	4	1,33	3	25
45	Les Escarcets nord	1	0,33	1	0
46	Les Escarcets est	2	0,67	2	0
48	Les Escarcets sud	3	1	3	0
49	Lhoste	6	2	5	16,67
50	Plan Genné	13	4,33	12	7,69
51	Collet de la scie	7	2,33	7	0
52	Pont Romain ouest	0	0	0	
53	Le Fraïssé	1	0,33	1	0
54	La Miquelette est	3	1	3	0
56	Bastide Jérôme	4	1,33	4	0
57	Bois du Rouquan	1	0,33	1	0
58	Bastide Christou	1	0,33	1	0
60	La Miquelette ouest	9	3	8	11,11
63	Bois de Bouis Bérard	7	2,33	7	0
65	Le Gourg du Baron	5	1,67	5	0
66	Les prés de Réchou	15	5	14	6,67
67	Pourcieux	2	0,67	2	0
68	Vidauban sud	2	0,67	2	0
69	St Julien ouest	9	3	8	11,11
70	Château de Roux	2	0,67	2	0
71	Badelune	22	5,5	21	4,55
72	Bastide Riautord ouest	5	1,67	4	20
73	Bastide Riautord est	8	2,67	8	0
74	Plaine d'Anjouan	1	0,33	1	0
75	Mérilai	5	1,67	5	0
76	Prés de Gamounau	8	2,67	8	0
77	Pied de Banc	6	2	6	0
78	Verrerie Neuve	8	2,67	7	12,5
79	St Julien est	8	2,67	8	0
80	Marafiance	4	1,33	4	0
	Valeurs Moyennes	8,12	2,35	7,48	5,48

La figure 4 et la carte 3 en annexe montrent comment se répartissent les densités horaires sur l'ensemble des sites. Si l'on exclut deux sites n'ayant livré aucune tortue, la densité moyenne se situe à 2,63 ind / h. La valeur la plus forte étant de 11 tortues par heure. Les sites à plus de 3 tortues par heure sont au nombre de 17, soit 30% des sites positifs.

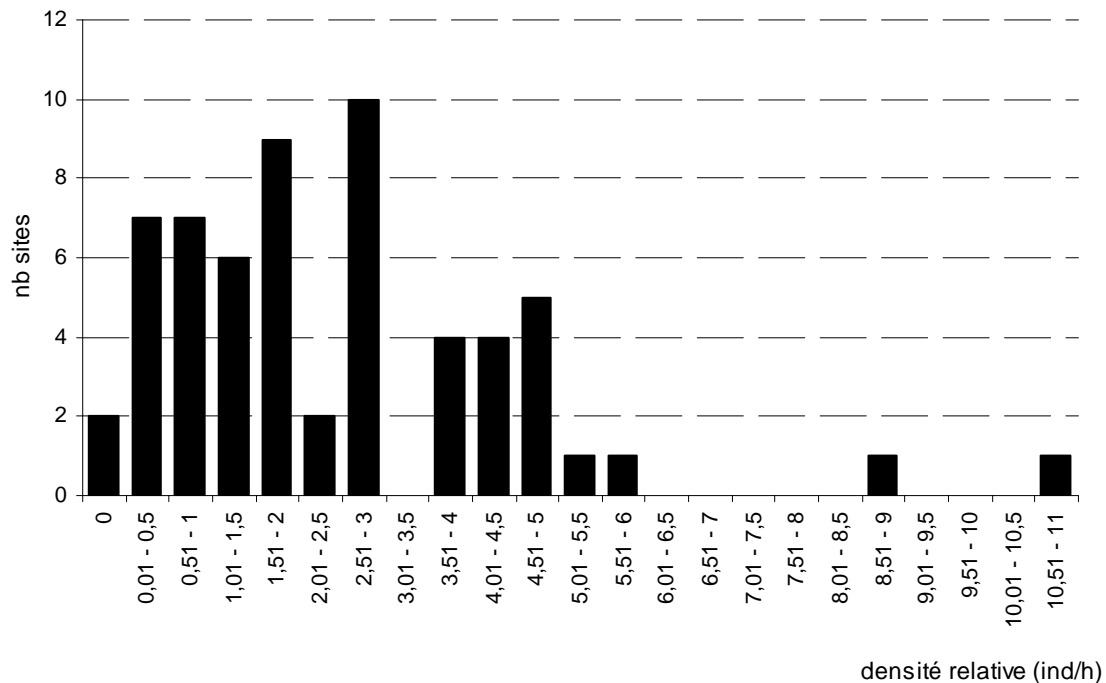


Figure 4 : répartition des sites selon leur indice de densité horaire.

L'étude préliminaire des structures démographiques (figure 5) montre un taux de jeunes individus (taille inférieure à 70 mm) relativement important (27 individus soit 6,2% du total des tortues mesurées). On constate une différence significative de taille moyenne en faveur des femelles (148,1 mm) par rapport aux mâles (125,9 mm). Le sex-ratio est nettement en faveur des femelles (237 individus contre 145 mâles soit 62 % de femelles) ce qui est normal à cette période de l'année (suractivité des femelles liée à la période de ponte).

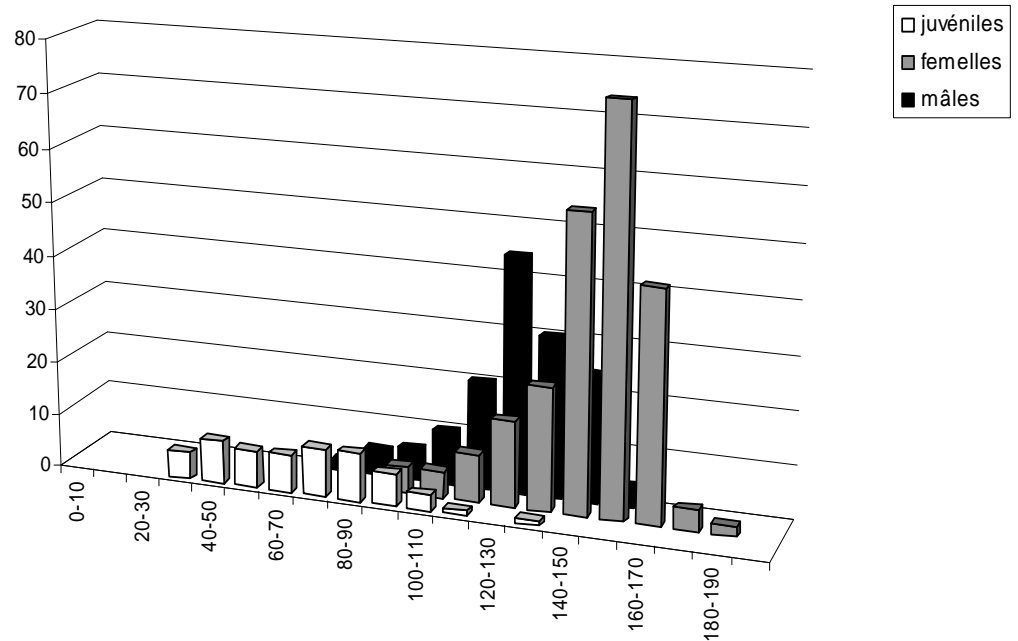


Figure 5 : structure de tailles des tortues observées selon le sexe. En abscisses classes de taille en millimètres, en ordonnées, effectif en nombre d'individus.

Sites tests

Deux sites ont été choisis pour calibrer la méthode. Il s'agit des sites de Roure Trouca (n° 43) et l'Estagnol (n°12), prospectés autant de fois que possible, sans limitation du nombre d'observateurs ni du temps de prospection. Sur ces sites, il s'agissait d'obtenir par CMR une densité absolue, permettant de calibrer la méthode précédemment exposée. Sur ces deux sites, les tortues trouvées ont été marquées pour un suivi à long terme de la population.

Tableau 2 : résultats obtenus sur les deux sites tests.

Surface (ha)	nom du site	nb visites	durée totale de prospection	nb contacts	nb tortues
5	Roure Trouca	11	33 : 00	83	54
11	Estagnol	9	29 : 29	46	35

Sur le site Roure Trouca, 33 heures de prospections ont permis 83 observations, représentant 54 individus différents (tableau 2). Sur le site de l'Estagnol, 29 heures 30 minutes de prospection ont permis 46 observations représentant 35 individus distincts. Ceci correspond à une densité minimale de 10,8 ind/ha dans le premier site et de 3,18 ind/ha dans le second. Comme l'indique la figure 6, aucun plateau n'est toutefois atteint pour ces deux sites ce qui indique que les effectifs réels sont supérieurs aux valeurs minimales indiquées.

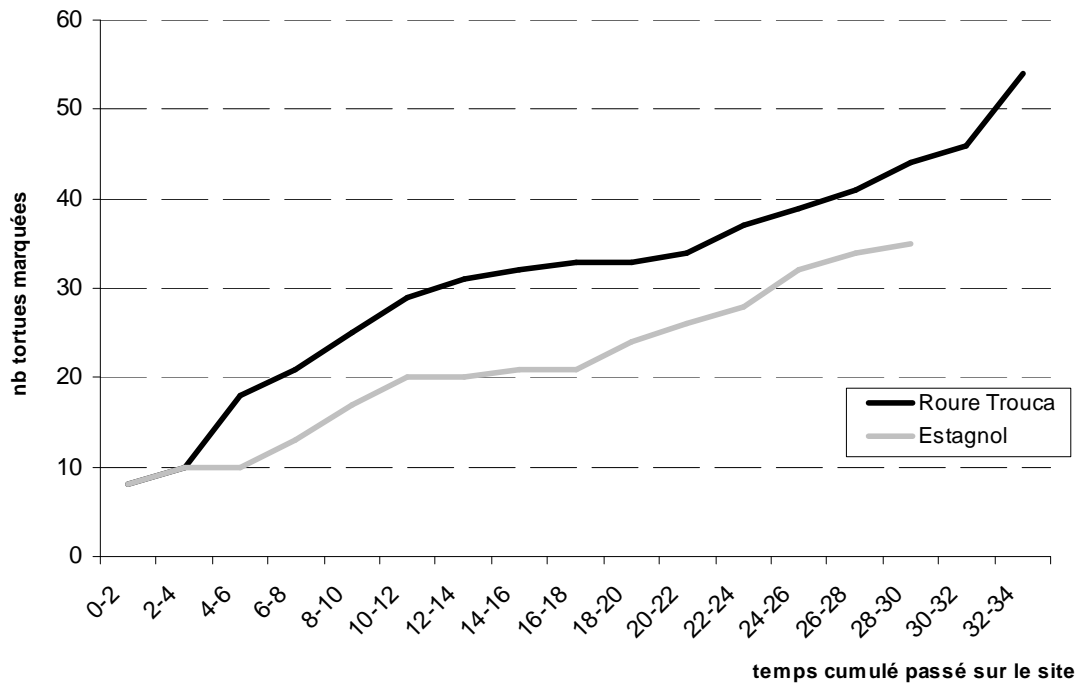


Figure 6. Nombre de tortues différentes observées sur les deux sites en fonction du temps passé.

Une estimation des effectifs à partir du logiciel MARK donne en effet une estimation de 62 individus (avec un écart-type compris entre 51 et 91) pour Roure Trouca et de 67 individus (avec un écart-type compris entre 49 et 109) pour l'Estagnol. Dans le premier cas, l'effort de prospection a donc permis de contacter environ 87 % de l'effectif présent, dans le second, seulement 52 % de l'effectif présent.

Discussion, perspective :

Les résultats obtenus au cours du printemps 2006 montrent que la technique de MacKenzie *et al.* (2006) est bien adaptée aux objectifs poursuivis. Elle est en effet simple à mettre en œuvre, robuste sur le plan statistique, et facile à reproduire dans le temps.

Les changements qui pourront avoir lieu dans le futur pourront ainsi s'exprimer sous forme de pertes ou de gains de densités chiffrables et testables sur le plan statistique (à condition que ces variations dépassent le seuil de précision fourni par la méthode soit environ 4 % de variation). Ces changements pourront également être mesurés par les changements observés dans les structures démographiques : déclin de la fraction juvénile notamment.

L'analyse de ces premiers résultats à l'aide du logiciel PRESENCE permettra de répondre à des questions non abordées dans ce rapport :

- quels sont les facteurs qui expliquent les variations de densité observées dans la plaine des Maures ?
- quels sont les effectifs actuellement présents dans la plaine des Maures ?
- combien de sites devront être suivis sur la plaine des Maures pour enregistrer des changements d'état significatif dans la population ?

Pour atteindre ces objectifs, un certain nombre de points restent cependant à résoudre. Parmi ceux-ci, il s'agira de mieux comprendre l'influence de la structure des paysages et de la structure démographique sur la détectabilité des tortues. Sur le premier point, il est important en effet que la densité observée lors des comptages ne soit pas influencée par la structure des paysages (densité de la végétation notamment). Pour cela, deux solutions peuvent être envisagées 1/ calibrer la détectabilité des tortues (le taux de capture) dans les différents milieux occupés par les tortues (pelouse, maquis ouverts, forêt lâche, forêt dense) pour introduire un facteur correctif dans le modèle ou 2/ calibrer la distance de détection des tortues de façon à rendre plus homogènes les résultats, quelle que soit la structure végétale prise en considération. Concernant le second point, il conviendra également de prendre en considération l'importance des jeunes dans la population, dans la mesure où l'on sait que ceux-ci ont un taux d'activité bien moindre que les adultes, ce qui les rend moins détectables lors des comptages. La prise en compte de ces deux paramètres permettra d'améliorer la précision des résultats et leur reproductibilité dans le temps.

Perspectives pour 2007

L'année 2007 sera mise à profit pour compléter l'échantillonnage de la plaine des Maures. Il est envisagé de compléter le dispositif actuel par 30 nouveaux sites, ce qui fera passer à 90 le nombre de sites suivis. Parallèlement à cela, il est envisagé de mettre en place 3 autres sites de suivis par CMR ce qui portera à 5 le nombre de sites suivis de façon intensive. Ces suivis permettront de disposer de probabilités de détection obtenues dans les conditions standardisées des comptages : même période, mêmes horaires, mêmes observateurs.... Ils permettront également de voir comment la structure du paysage influe sur la détectabilité des tortues (choix de sites représentatifs des différentes formations végétales de la plaine des Maures). Enfin, le suivi de ces 5 sites permettra d'établir une relation entre densité horaire et densité absolue, ce qui permettra de tester par une autre approche les valeurs d'effectifs données par la technique de MacKenzie *et col.*

Résumé :

tableau résumé comptage

temps total de prospection en heures	187
nombre total de tortues vues en comptage	485
nombre total de tortues différentes en comptage	449
nombre maximal de tortues sur 1 site (en 3 heures de prosp.)	31
nombre minimal de tortues sur 1 site (en 3 heures de prosp.)	0
nombre maximal de tortues sur 1 site en 1 heure de prosp.	17
nombre minimal de tortues sur 1 site en 1 heure de prosp.	0
nombre moyen de tortues sur 1 site en 1 heure de prosp.	2,35
nombre de sites en absence de tortues	2
nombre de sites entre 1 et 9 tortues trouvées en 3h de prosp.	42
nombre de sites entre 10 et 19 tortues trouvées en 3h de prosp.	11
nombre de sites entre 20 et 29 tortues trouvées en 3h de prosp.	4
nombre de sites entre 30 et 39 tortues trouvées en 3h de prosp.	1

tableau résumé marquage

nombre de sites de marquage	2
temps de prospection total site CMR1 Roure Trouca	33 h
Nombre de tortues observées sur site CMR1 Roure Trouca	83
Nombre de tortues différentes sur site CMR1 Roure Trouca	54
temps de prospection total site CMR 2 Estagnol	29h29mn
Nombre de tortues observées sur site CMR2 Estagnol	46
Nombre de tortues différentes sur site CRM2 Estagnol	35

Bibliographie

- Cheyland M. 2003 – Statut de la tortue d'hermann dans la plaine des Maures. Rapport pour la document d'objectif Natura 2000 « Plaine des Maures », ONF, 13 p.
- MacKenzie D. I., Nichols J.D., Royle J.A., Pollock K.H., Nailey L.L. & J.E. Hines 2006 - Occupancy Estimation and Modeling. Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Elsevier 324 p.
- Maughan N. 2005 - La méthode des transects linéaires est-elle adaptée au suivi d'une population animale menacée ? Cas de la tortue d'Hermann dans la plaine des Maures (Var) *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. Mémoire de stage Master 2 Biosciences de l'Environnement, Université Paul Cézanne, 32 p.

ANNEXE 1 : Fiche de terrain

n° d'ordre:	Nom du site:	n° photo aérienne/coordonnées lat/long:
Date:	Heure début: Heure fin: Durée effective:	Interruptions:
Conditions météo:		observateur:

Tortues observées:

n° et heure*	sexe	taille	mode de découverte (Vue, Oïre	Distance à l'observateur perpe / angle		type d'activi	traces de blessures **	Age **

* noter heure découverte et heure de reprise de la prospection ** voir détails au dos de la fiche

observation

ANNEXE 1 suite :

Type d'activité :

D = en déplacement
S = Immobile au soleil (thermorégulation)
O = Immobile à l'ombre, repos
C = cachée, inactive (plus ou moins cachée, enfouie)
P = parades, accouplement
R = rivalités entre mâles
A = alimentation
I = indéterminé

Traces de blessures :

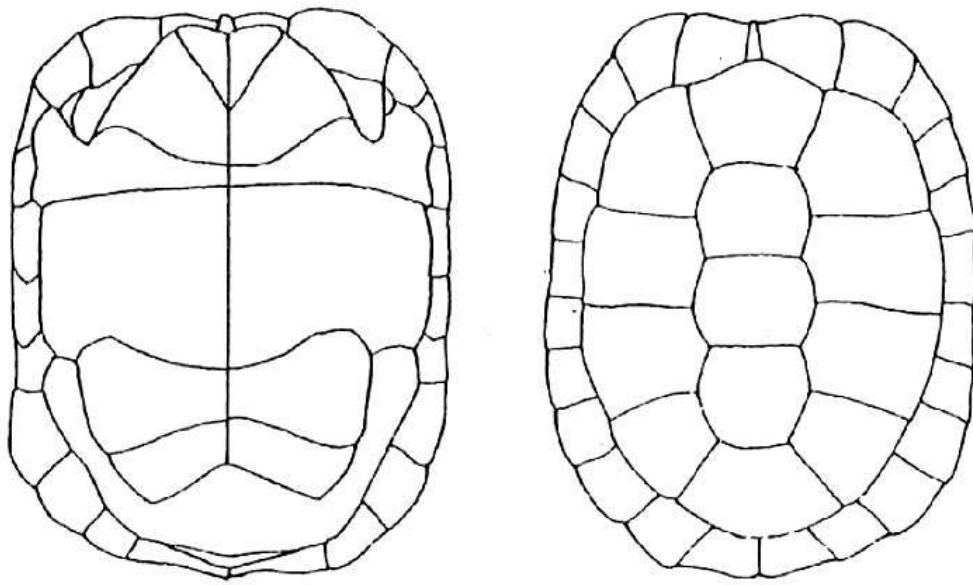
C = traces de crocs de chiens ou de renard (faire dessin sur carapace ou photos)
F = traces de feux
CH = chocs, cassures (accident par machines agricoles ou débroussailleuse)

Age :

Voir codes photos

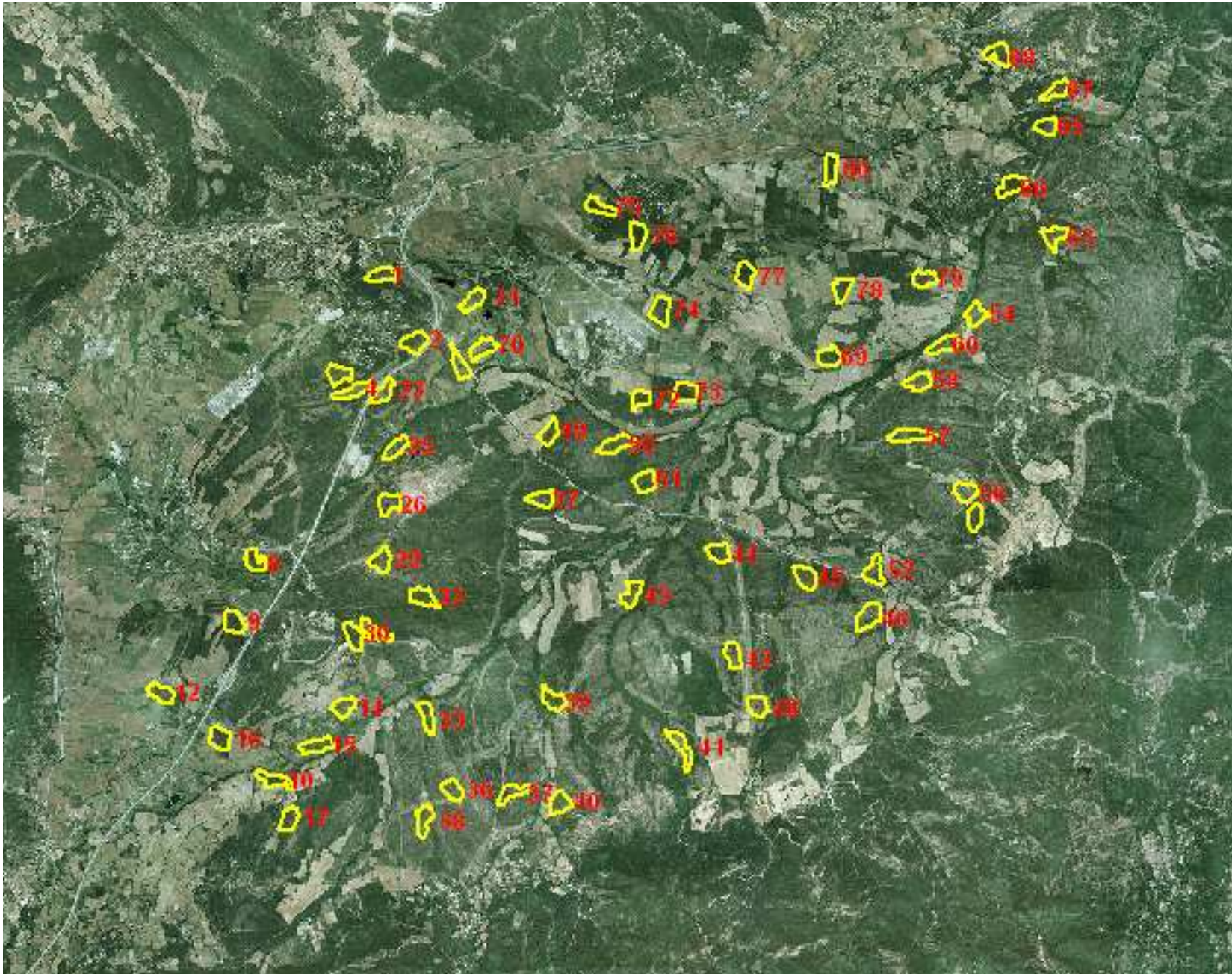
Observations :

- trace de feu sur les chênes-lièges, orientation, ancienneté
- présence ou non de pins en croissance et âge approximatif (compter le nombre de nœuds sur le tronc (départ de branches).
- Action importante sur le site : débroussaillage, sous-solage, reboisement
- Pâturage (indice ou troupeau vu).



Noter traces de blessures et code de marquage

Carte 1 : localisation et code des sites suivis



Carte 2 : localisation des observations de tortue d'Hermann en 2006 dans la plaine des Maures.



Carte 3 : Abondance relative (ind/h) sur les sites de suivi.

