

# Stratégie d'étude des Tortues marines à terre : état de l'art

**Marc GIRONDOT**

Laboratoire d'Écologie, Systématique et Évolution  
Université Paris-Sud – CNRS & AgroParisTech  
91405 ORSAY Cedex (France)  
Courriel : marc.girondot@u-psud.fr

**Résumé.** Le travail sur les tortues marines à terre est une pratique très commune dans la plupart des sites de pontes au monde, mais l'expérience montre que les objectifs sont souvent mal définis et conduisent à l'obtention de données non-interprétables. Une synthèse est effectuée sur de nouvelles méthodes disponibles.

## Introduction

L'étude des tortues marines, par rapport à d'autres groupes taxonomiques marins, est grandement facilitée par la présence à terre des femelles durant la phase de la ponte. Durant ce court épisode, les femelles peuvent être mesurées, marquées, pesées et des prélèvements divers peuvent être effectués. Par ailleurs, la phase de la ponte est importante en termes de compréhension de la dynamique des populations puisqu'elle va déterminer le recrutement des jeunes dans la population.

Bien que cette phase terrestre ait été la plus étudiée, ce n'est que récemment que des méthodes d'analyses adéquates ont été mises en place et qu'une réflexion est menée sur l'éthique de ces recherches.

Dans ce document de synthèse, je traiterai des points suivants :

- Définir l'échelle spatiale du travail ;
- Compter les nids ou traces ;
- Le marquage des tortues marines ;
- Estimer le nombre de nids par femelle ou cours d'une saison.

Dans une version future de ce document, il serait intéressant d'introduire des données sur le dénombrement des femelles, la prise de données biométriques ainsi que l'état de l'art sur le suivi de la réussite d'incubation.

## Définir l'échelle spatiale du travail

La première question que se pose, ou que devrait se poser, tout programme de conservation ou d'étude sur les tortues marines, concerne l'échelle spatiale à laquelle le travail doit être produit pour être pertinent. En effet, si la zone de travail est trop petite, on peut conclure faussement à des changements dans la taille de la population alors qu'il ne s'agit que de déplacement. Au contraire, si la taille de la zone de travail est trop grande, des difficultés logistiques apparaîtront qui rendront le

travail quasiment impossible à réaliser et aucune conclusion pertinente ne pourra être tirée.

L'échelle spatiale va être différente si on s'intéresse aux femelles à terre, aux femelles et/ou aux mâles en mer pendant la période d'accouplement et/ou d'alimentation et/ou de déplacement. On ne parlera ici que des femelles à terre.

La conclusion sera dépendante de l'échelle temporelle de l'étude. Si l'étude se fait à l'échelle de la saison de ponte, on trouvera une très bonne fidélité des femelles à leur plage de ponte, voire même à la zone de la plage utilisée. Si on effectue des suivis interannuels, on verra des déplacements de plusieurs dizaines de kilomètres. Si on effectue une étude génétique qui donne des informations sur des dizaines de milliers d'années, l'échelle spatiale passera la centaine de kilomètres, voire le millier de kilomètres. Avant de se poser la question de l'échelle spatiale d'intérêt, il faut donc définir l'objectif de l'étude. Et alors seulement on pourra établir l'ordre de grandeur de l'échelle spatiale. L'échelle spatiale d'intérêt pour les études à terre ne pourra cependant être déterminée qu'après une première phase d'étude pendant laquelle des individus seront marqués et leur retour sera suivi. Il est important de suivre les sites potentiels à très grande échelle puisque sinon on ne reverra que les individus sur les sites suivis !

On cartographiera alors l'ensemble des sites de ponte potentiels. Des outils comme GoogleEarth© sont d'une grande aide puisque les plages sont clairement visibles. Mais ces outils représentent l'image d'un milieu à un moment donné, or on sait que les plages sont des éléments mobiles et éphémères dans le milieu. Cette conclusion est évidente si on travaille dans la région des Guyanes puisqu'il existe un cycle bien connu d'apparition et disparition des plages (CHEVALIER *et al.*, 1998). Mais ce phénomène existe aussi dans les autres régions du monde (Fig. 1) dans une moindre mesure, à tel point qu'il a tendance à être oublié par les populations.



Fig. 1. – Site de ponte des tortues luth en Martinique au Lorrain en février 2008. La plage avait alors disparu et était réapparue quelques mois plus tard (phot. Marc GIRONDOT).

Un autre point à prendre en compte concerne la relation entre limite géopolitique et limite biogéographique. Il sera d'autant plus difficile d'étudier une population nidifiant, qu'elle est à cheval entre deux ou plus entités géopolitiques. Par exemple, on notera qu'après 40 ans d'études séparées, il existe maintenant une convention signée entre le Suriname, le Guyana et la Guyane française pour l'échange des données de baguage et de comptage des tortues marines mais que cet échange n'est toujours pas effectif !

On définira la zone spatiale d'intérêt comme un compromis prenant en compte les difficultés logistiques (accès aux plages, limites territoriales), la zone réellement utilisée par la population nidifiant et l'objectif de l'étude.

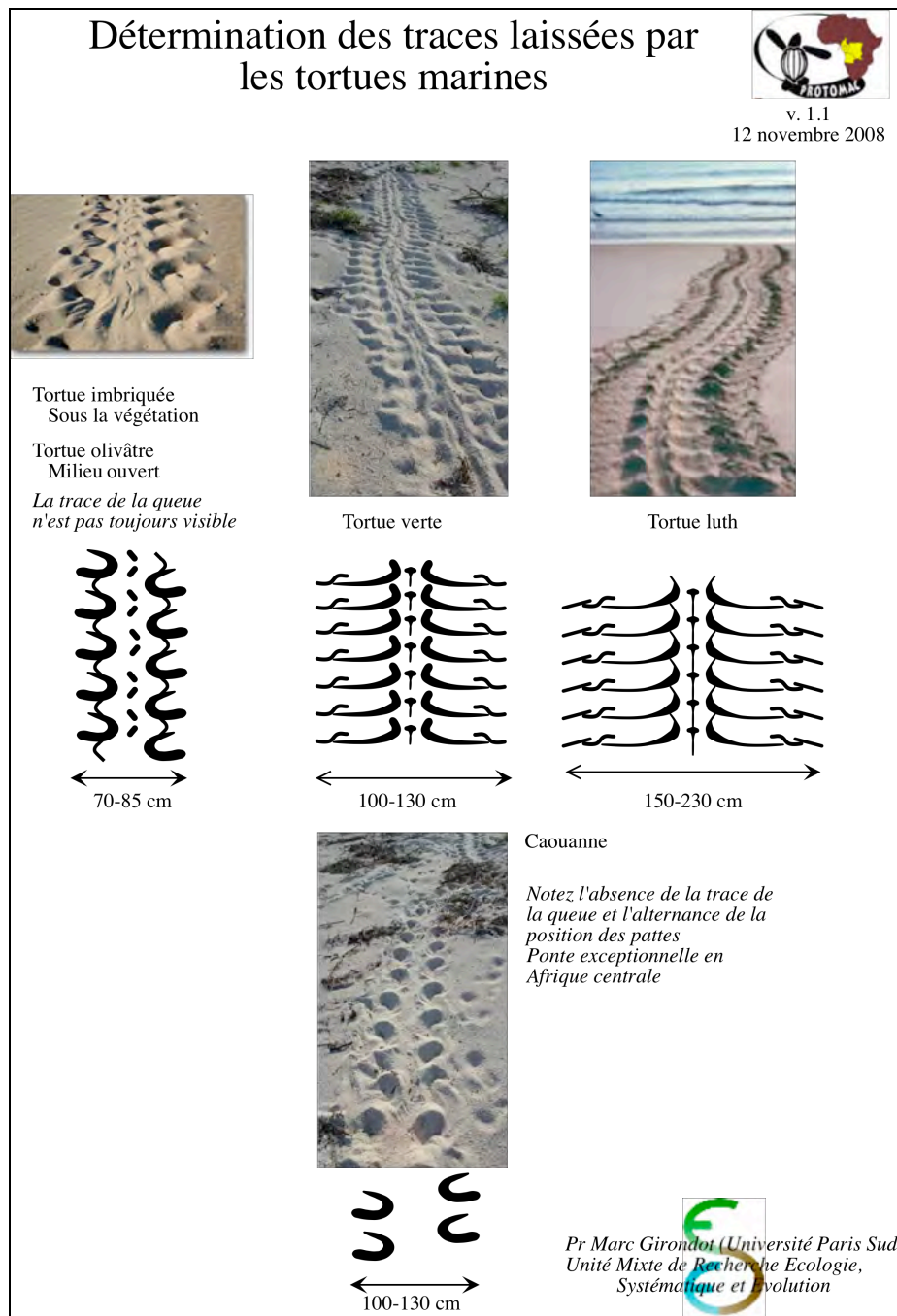


Fig. 2. – Exemple de fiche de terrain montrant les différentes traces laissées par les tortues marines.

### Compter les nids ou traces et établir des tendances

L'identification des espèces est possible à partir de la forme des traces laissées sur le sol. Des fiches de terrain permettent de présenter les différentes traces qui sont ou pourraient être observées sur le terrain (Fig. 2).

Il existe toujours une part de subjectivité dans cette détermination et il est important que les équipes de terrain en soient conscientes. Il est plus intéressant de noter « Trace de tortue verte – Détermination incertaine » et que ce soit en fait une caouanne, plutôt que de la dénombrer de façon certaine comme une tortue verte. De la même façon, dénombrer les traces de montées est relativement aisé, mais identifier les demi-tours sans ponte est nettement plus difficile. Personnellement, même après avoir vu plusieurs dizaines milliers de pontes, je ne me risque jamais à affirmer qu'une montée a été suivie de ponte ou non sauf dans des cas simples d'arrêt très précoce de la montée. C'est la raison pour laquelle je préconise de dénombrer toutes les montées comme un indice de la fréquentation d'une espèce sur une plage. Selon les espèces, cet indice représentera 120 ou 200% du nombre de pontes mais si cet indice est utilisé d'années en années, je suis certain qu'il est moins biaisé que ce qui pourrait être fait par différentes équipes ayant des critères différents pour définir si une ponte a eu lieu ou non.

Différents modèles de suivi des sites ont été présentés ces dernières années et ils peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

- des suivis sur une courte période temporelle, de l'ordre de 10 ou 15 jours, au centre de la période de ponte (JACKSON *et al.*, 2008 ; KERR *et al.*, 1999 ; Sims *et al.*, 2008) ;
- des suivis espacés dans le temps avec reconstruction des données manquantes (GIRONDOT *et al.*, 2006 ; GRATIOT *et al.*, 2006).

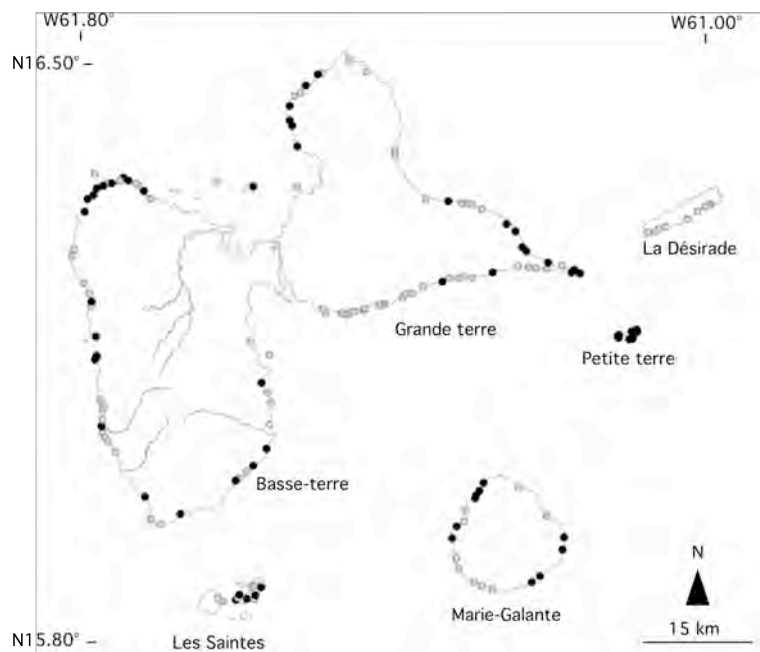


Fig. 3. – Carte de la Guadeloupe et des îles associées. Les points gris correspondent aux plages non-suivies et les points noirs aux plages suivies (données d'Éric DELCROIX, ONCFS Guadeloupe).

Dans la première stratégie, toutes les plages de la région doivent être patrouillées en même temps, dans la même période de 15 jours. Par exemple, en Guadeloupe, ceci signifie que près de 100 plages doivent être suivies en même temps ce qui est logistiquement irréalisable (Fig. 3). Les auteurs proposent alors de suivre 3 plages index qui serviront de référence. Je ne peux que déconseiller cette option ; en effet, si la plage index est abandonnée par les femelles qui pondent ailleurs, on conclura faussement à un déclin. Par ailleurs, si la plage index disparaît, tout l'historique pour cette zone disparaît avec.

L'alternative consistant à suivre un grand nombre de sites, mais chacun à une faible pression de suivi, semble préférable. Lorsque les plages suivies sont dans la même région, il est possible d'émettre l'hypothèse que la saison de pontes pour une espèce donnée est la même ce qui apporte beaucoup d'informations.

Le cahier des charges pour la mise en place d'un modèle de description des pontes est le suivant :

- Doit être capable de reproduire la forme globale de la saison de pontes ;
- Doit être capable d'interpoler et d'extrapoler les nombres de pontes pendant les dates non-patrouillées ;
- Devrait pouvoir prendre en compte plusieurs plages analysées en une fois ;
- Doit pouvoir gérer une incertitude sur la date exacte d'une ponte ;
- Doit fournir une estimation du nombre de pontes annuelles et son erreur.

Une synthèse récente a permis de formuler un modèle regroupant les avantages de tous les modèles précédemment formulés et répondant à ce cahier des charges (RUSSO et GIRONDOT, 2008). Ce nouveau modèle est en cours de publication.

### **Identifier les femelles**

Avant d'entrer plus précisément dans une description succincte des méthodes d'analyse des suivis individuels, il me semble important de discuter des méthodes de marquage des individus. En effet, marquer une tortue marine est devenu un acte tellement courant que l'on oublie souvent que c'est un véritable acte chirurgical et que le marquage lui-même peut avoir des conséquences néfastes pour les individus.

Historiquement, le marquage était fait avec des bagues soit en plastique soit en différents types d'alliage (titane, monel ou inconel). Ces bagues étaient perdues rapidement (RIVALAN *et al.*, 2005), pouvaient être source d'infection ou bien le développement de balanes sur ces bagues pouvaient gêner les individus au cours de leur déplacement. Ces bagues constituaient des zones d'accrochage préférentiel dans les filets de pêche et pouvaient induire une mortalité directe (NICHOLS et SEMINOFF, 1998 ; NICHOLS *et al.*, 1997).

L'arrivée des transpondeurs sous-cutanés a semblé être la solution miracle sans pour autant qu'elle n'ait été réellement évaluée chez les tortues marines. On notera que des cas d'infection au site de pose ont été notés chez les bovins (STANFORD *et al.*, 2001) et qu'à notre connaissance, les transpondeurs posés sur les tortues marines ne sont pas tous stériles. Par ailleurs, la perte de transpondeurs, jusqu'ici considérée comme étant nulle ou négligeable, a été évaluée à 15% chez des chondrichthyens de grande taille (FELDHEIM *et al.*, 2002). Enfin, l'effet du champ magnétique du lecteur sur les êtres vivants n'a pas été évalué (Fig. 4). Après moultes difficultés, j'ai pu obtenir un graphique représentant la puissance du champ

magnétique émis par le lecteur. À 20 cm, la puissance du champ magnétique généré est de 1 T. Pour comparaison, le champ magnétique terrestre est de 50  $\mu\text{T}$ , soit 20.000 fois moindre. Une perturbation du comportement de navigation des tortues marines a été noté lorsqu'elles avait un champ magnétique d'environ 200  $\mu\text{T}$  autour de la tête en permanence (LUSCHI *et al.*, 2007).

En conclusion, je recommanderai de ne marquer les tortues marines que si le marquage répond à un réel besoin dont on sait que les données pourront être analysées de façon quantitative. On ne marquera donc pas les tortues marines pour occuper les patrouilles de terrain comme cela est fait malheureusement trop souvent ou en arguant d'une possible capture hypothétique dans un filet et dont l'information sera tellement anecdotique qu'elle n'aura aucun intérêt.

*Barbara Masin passed your communique on to me, and I prepared the data on the magnetic field created by the LID-500 for you.*

*After reviewing some of the research addressing the effect of exposing turtles to magnetic fields, it appears that those fields are static fields generated either by bar magnets or loop antennas with DC current flowing in them.*

*The fields generated by the LID-500 Reader, however, are reversing (changing polarity) every few microseconds. Also, while the reader is "reading", these fields are applied in bursts of about 35 milliseconds interspersed with "off" periods of about 25 milliseconds.*

*I do not know the significance of this except that it will be difficult to correlate with past research just based on maximum field strength.*

Fig. 4. – Réponse du support technique de Trovan à ma demande concernant les tests de l'impact du champ magnétique produit par le lecteur sur les êtres vivants.

La solution alternative pour suivre les tortues marines consiste à les équiper de balises permettant de les suivre. Cependant, la pose d'émetteur sur les tortues marines perturbe leur déplacement (FOSSETTE *et al.*, 2007). Ceci est d'autant plus vrai chez les tortues luths chez lesquelles le système du harnais peut même être létal (SALINAS *et al.*, 2009 ; TROËNG *et al.*, 2006). Encore une fois, ce type d'études nécessitent de grandes précautions et ne devraient pas être conduites à grande échelle sur une population. Mais alors, si peu d'individus sont équipés, les informations deviennent anecdotiques et sans généralisation possible. On notera que gagner de l'information en analysant indépendamment les différentes localisations d'un même individu indépendamment (FOSSETTE *et al.*, 2007) n'est pas correct d'un point de vue statistique.

### **Compter le nombre de nids par femelle**

Les données consistent en l'obtention, par technique de marquage – capture - recapture, de la valeur OCF « Observed Clutch Frequency » représentant le nombre de pontes observées par femelle (Fig. 5), mais cette valeur est une sous-estimation du nombre réel de pontes d'une tortue au cours d'une saison. En effet, par exemple pour les tortues luths, les patrouilles nocturnes peuvent observer des intervalles de 20 ou 30 jours alors que la moyenne du nombre de jours entre deux pontes est estimée à 9,74 jours (GIRONDOT *et al.*, 2006). Ceci signifie que l'individu est revenu

pondre entre temps sans avoir été observé. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène : d'une part, les tortues viennent pondre en masse de nuit et il est logistiquement très difficile de patrouiller toutes les nuits pendant la nuit entière ; d'autre part, la fidélité à la plage n'étant pas complète, des pontes peuvent avoir été effectuées sur d'autres plages qui elles, ne sont pas forcément patrouillées, tout comme certaines pontes peuvent avoir été effectuées de jour. Une correction de l'OCF prenant en compte les pontes non observées entre les deux observations extrêmes est appelée ECF pour « Estimated Clutch Frequency » (Fig. 5).

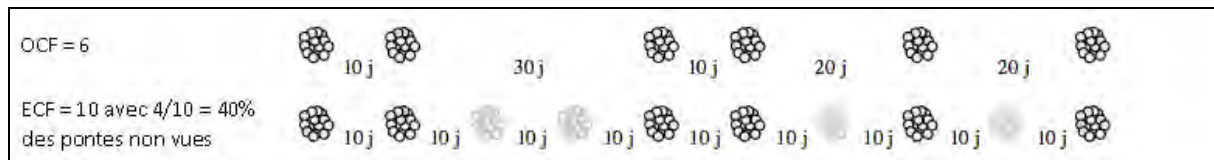


Fig. 5 : Schéma représentant la correction de l'OCF par l'ECF.

Cependant, cette méthode reste toujours biaisée : si on considère que certaines pontes ont pu être manquées entre les dates extrêmes d'observation, il se peut que certaines aient été manquées avant le début, ou après la fin des patrouilles. Il en dérive alors un troisième qualificatif : le TCF, ou « Total Clutch Frequency » (Fig. 6) qui représente le nombre total de pontes, estimateur de la vraie valeur du nombre de pontes, nommée CF pour « Clutch Frequency ».

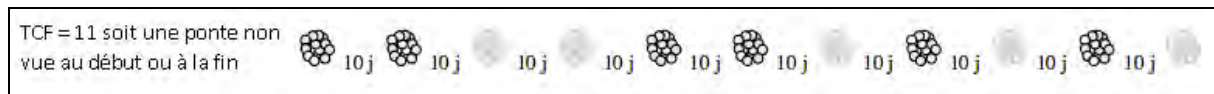


Fig. 6: Schéma représentant le TCF, estimateur de la vraie valeur du nombre de pontes.

Différentes méthodes sont utilisées afin d'estimer au mieux ces paramètres, mais aucune n'est complètement satisfaisante à ce jour (Russo, 2009).

## Conclusions

Ce rapide survol des méthodes de suivi à terre des tortues marines montre qu'il reste encore un long chemin à parcourir pour permettre de fournir des méthodologies clé en main aux équipes qui travaillent sur le terrain.

Mais je crois que le principal message est d'être très prudent en ce qui concerne les animaux. Bien que semblant robustes, les tortues marines développent rapidement des pathologies comme des nécroses.

Enfin pour terminer, il est indispensable que des objectifs clairs soient définis et que les outils et méthodes d'analyse soient définis **avant** que le travail de terrain ne soit effectué.

## Remerciements

Je remercie Guy Oliver de m'avoir proposé d'effectuer cette conférence et de m'avoir poussé à mettre ces informations par écrit afin qu'elles puissent servir au plus grand nombre.

### Références bibliographiques

- CHEVALIER J., CAZELLES B. & GIRONDOT M., 1998. - Apports scientifiques à la stratégie de conservation des tortues luths en Guyane française. - *JATBA, revue d'Ethnobiologie*, 40 : 485-507.
- FELDHEIM K.A., H.GRUBER S., MARIGNAC J.R.C. & de ASHLEY M.V., 2002. - Genetic tagging to determine passive integrated transponder tag loss in lemon sharks. - *Journal of Fish Biology*, 61 : 1309-1313.
- FOSSETTE S., CORBEL H., GASPAR P., MAHO Y.L. & GEORGES J.-Y., 2007. - An alternative technique for the long-term satellite tracking of leatherback turtles. - *Endangered Species Research*, 3.
- GIRONDOT M., RIVALAN P., WONGSOPAWIRO R., BRIANE J.-P., HULIN V., CAUT S., GUIRLET E. & GODFREY M.H., 2006. - Phenology of marine turtle nesting revealed by a statistical model of the nesting season. - *BMC Ecology*, 6 : 11.
- GRATIOT N., GRATIOT J., DE THOISY B. & KELLE L., 2006. - Estimation of marine turtles nesting season from incomplete data ; statistical adjustment of a sinusoidal function. - *Animal Conservation*, 9 : 95-102.
- JACKSON A.L., BRODERICK A.C., FULLER W.J., GLEN F., RUXTON G.D. & GODLEY B.J., 2008. - Sampling design and its effect on population monitoring: How much monitoring do turtles really need ? - *Biological Conservation*, 141 : 2932-2941.
- KERR R., RICHARDSON J.I. & RICHARDSON T.H., 1999. - Estimating the annual size of hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) nesting populations from mark-recapture studies: the use for long-term data to provide statistics for optimizing survey effort. - *Chelonian Conservation and Biology*, 3 : 251-256.
- LUSCHI P., BENHAMOU S., GIRARD C., CICCIONE S., ROOS D., SUDRE J. & BENVENUTI S., 2007. - Marine turtles use geomagnetic cues during open-sea homing. - *Current Biology*, 12 : 126-133.
- NICHOLS W.J. & SEMINOFF J.A., 1998. - Plastic "Rototags" may be linked to sea turtle bycatch. - *Marine Turtle Newsletter*, 79 : 20-21.
- NICHOLS W.J., SEMINOFF J.A., RESENDIZ A. & GALVAN A., 1997. - Apparent sea turtle mortality due to flipper tags. In : 17th Annual Sea Turtle Symposium. (S.P. Epperly & J. Braun eds) : 254-255. - Orlando, Florida, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-415.
- RIVALAN P., GODFREY M.H., PREVOT-JULLIAR, A.-C. & GIRONDOT M., 2005. - Maximum likelihood estimates of tag loss in leatherback sea turtles. - *Journal of Wildlife Management*, 69 : 540-548.
- RUSSO M., 2009. - L'investissement reproductif chez les tortues luths : nouvelles méthodes d'analyse. - Master d'Écologie, Biodiversité et Évolution. Laboratoire Écologie, Systématique et Évolution : 52 pp. (Direction Marc Girondot). Université Paris-Sud, Orsay, France.
- RUSSO M. & GIRONDOT M., 2008. - How many night counts to get a defined level of intra-annual coefficient of variation for nest counts? In : Report for SWOT organization : 46 pp. Laboratoire Écologie, Systématique et Évolution, Université Paris Sud, CNRS et AgroParisTech, Paris, France.
- SALINAS R.A.F., RAMOSO N.B. Jr & RODRIGUEZ L.D., 2009. - A leatherback turtle encountered in El Nido, Palawan, Philippines. - *Marine Turtle Newsletter*, 125 : 13-14.
- SIMS M., BJORKLAND R., MASON P. & CROWDE, L.B., 2008. - Statistical power and sea turtle nesting beach surveys: How long and when ? - *Biological Conservation*, 141 : 2921-2931.
- STANFORD K., STITT J., KELLAR J.A. & MCALLISTER T.A., 2001. - Traceability in cattle and small ruminants in Canada. *Revue scientifique et technique de l'Office international sur les Épizooties*, 20 : 510-522.
- TROËNG S., SOLANO R., DIAZ-MERRY A., ORDOÑEZ J., TAYLOR J., EVANS D.R., GODFREY D., BAGLEY D., EHRHART L. & ECKERT S., 2006. - Report on long-term transmitter harness retention by a leatherback turtle. - *Marine Turtle Newsletter*, 111 : 6-7.



